

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na
bibliografske podatke, kot je navedeno:

Gombač, J., 2014. Sonaravna preureditev
jezu na reki Reki. Diplomaska naloga.
Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta
za gradbeništvo in geodezijo. (mentor
Steinman, F.): 56 str.

Datum arhiviranja: 02-09-2014

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's
bibliographic information as follows:

Gombač, J., 2014. Sonaravna preureditev
jezu na reki Reki. B.Sc. Thesis. Ljubljana,
University of Ljubljana, Faculty of civil
and geodetic engineering. (supervisor
Steinman, F.): 56 pp.

Archiving Date: 02-09-2014

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Kandidat:

JURE GOMBAČ

SONARAVNA PREUREDITEV JEZU NA REKI REKI

Diplomska naloga št.: 239/VKI

**SUSTAINABLE REFURBISHMENT OF A WEIR ON
RIVER REKA**

Graduation thesis No.: 239/VKI

Mentor:

prof. dr. Franc Steinman

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Žagar

Član komisije:

doc. dr. Mojca Šraj

prof. dr. Mitja Brilly

prof. dr. Matjaž Mikoš

Ljubljana, 28. 08. 2014

STRAN ZA POPRAVKE (Errata)

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

IZJAVE

Popisani Jure Gombač izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Sonaravna preureditev jezu na reki Reki«

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici naloge.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, dne 18.8.2014

Jure Gombač

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	627.82(043.2)
Avtor:	Jure Gombač
Mentor:	prof. dr. Franc Steinman
Naslov:	Sonaravna preureditev jezu na reki Reki
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	56 str., 4 pregl., 21 sl., 8 pril.
Ključne besede:	sonaravna preureditev, odstranitev jezov, manjši jezovi, vzpostavitev migratornosti, reka Reka

IZVLEČEK

Diplomska naloga obravnava probleme, ki jih na vodotokih povzročajo predvsem manjši jezovi, ki nimajo izdelanih ustreznih ribjih prehodov. Ti povzročajo predvsem fragmentacijo habitatov, preprečujejo migracijo vodnih organizmov ter spreminjajo lastnosti vode. V primeru višjega števila jezov na samem vodotoku, pa se takšni problemi še dodatno povečujejo. Zahteve Nature 2000 in zakonodaje, ki je naravnana k ohranjanju ter varovanju narave, spodbujajo oz. narekujejo izboljšanje degradiranih stanj.

Na podlagi izbranih ciljev in pogojev oz. danosti v prostoru, je predstavljena rešitev v podobi prilagojenih pragov oz. drč, ki omogočajo prehod vodnih organizmov ter s tem vračajo prejšnjo podobo vodotokov. Predvidena rešitev je zasnova na idejno/izvedbeni stopnji s potrebnimi izračuni in tehničnimi skicami. Primer je izdelan na podlagi delujočih izvedb v tujini, ki podobno prakso izvajajo že nekaj let, njihovi rezultati pa so se izkazali kot zelo uspešni.

BIBLIOGRAFIC – DOKUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	627.82(043.2)
Autor:	Jure Gombač
Supervisor:	prof. dr. Franc Steinman
Title:	Sustainable refurbishment of a weir on river Reka
Document type:	Graduation thesis – University studies
Notes:	56 p., 4 tab., 21 fig., 8 ann.
Key words:	Sustainable refurbishment, weir, enabling of migration, river Reka

ABSTRACT

The thesis addresses the problems on rivers which are caused by lower dams that do not have established adequate fish ladders. These weirs cause fragmentation of habitats, prevent migration of aquatic organisms and alternate the properties of water bodies. The problems build up with higher number of dams. Natura 2000 and legislation that are aimed at preserving and protecting nature state and dictate improvement of degraded conditions.

The solution is presented in form of boulder bar construction, which is based on the selected objectives and given conditions. These boulder bar construction enable migration of aquatic organisms and thus restoring the original conditions of the river. The solution is given in conceptual design/implementation stage with the necessary calculations and technical drawings. The example is based on operating implications from other countries in which such practice has shown to be very successful and with significant results.

ZAHVALE

Rad bi se zahvalil vsem dosedanjim profesorjem, za vse akumulirano znanje, ki so mi ga posredovali. Le to mi je zelo koristilo pri izdelavi diplomske naloge, gotovo pa mi bo skupaj z novim načinom razmišljanja, služilo tudi v prihodnje. Posebna zahvala gre tudi profesorju dr. Franc Steinmanu, ki mi je omogočil ter pomagal pri izdelavi dane diplomske naloge. Prav tako pa bi se rad zahvalil tudi asistentu Gašperju Raku za dodatno pomoč.

Zahvalil bi se tudi podjetjem: Drava vodnogospodarsko podjetje Ptuj, d.d., Vodnogospodarski biro Maribor, zavodom: Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Zavod RS za varstvo narave, OE Nova Gorica, Agenciji RS za okolje.

Na koncu pa bi se rad zahvalil puncu in družini za moralno in finančno pomoč skozi moja študijska leta.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM	III
BIBLIOGRAFIC – DOKUMENTALISTIC INFORMATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	VI
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
1 UVOD.....	1
1.1 Predstavitev diplomske naloge	1
1.2 Problemi, ki so se pojavili z jezovi.....	1
2 PREDNOSTI PRI PREUREDTVU JEZOV, DODATNI VIDIKI IN ZAKONSKE PODLAGE	3
2.1 Zgodovina manjših jezov.....	3
2.2 Prednosti pri preureditvi/odstranitvi jezov ter vzpostavitvi prehodnosti rečnega praga.....	4
2.2.1 Spremembe v habitatu	4
2.2.2 Spremembe pri živih organizmih.....	5
2.2.3 Spremembe v toku in hitrosti vode.....	6
2.2.4 Kemijske in fizikalne spremembe lastnosti vode	7
2.2.5 Prenos sedimentov	7
2.2.6 Visoke vode	8
2.2.7 Podtalnica	8
2.3 Upoštevanje vidikov kulturne dediščine in varstva narave	8
2.3.1 Jezovi, varovani kot kulturna dediščina.....	9
2.3.2 Upoštevanje območij Natura 2000	9
2.3.3 Primerjava preureditve jezov z ribjimi prehodi	10
2.4 Zakonodaja	11
2.4.1 Zakon o vodah	11
2.4.2 Zakon o varstvu okolja	12
2.4.3 Zakon o ohranjanju narave	13
2.4.4 Zakon o sladkovodnem ribištvu	15
2.4.5 Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib	15
2.5 Potrebna dokumentacija za preureditev jezov	16
2.6 Uporabljene enačbe v izračunih	17
2.7 Primer delujoče kaskadne drče na reki Mangfall	24
3 SONARAVNA PREUREDITEV JEZU NA REKI REKI V VASI REČICA	27
3.1 Trenutno stanje na obravnavanem odseku.....	27

3.1.1	Obstoječe stanje rečnega sistema	27
3.1.2	Trenutno stanje jezu in betonskega korita	29
3.1.3	Zaščitena območja in naravovarstveni status območij	31
3.1.4	Stanje habitatnih tipov in živalskih vrst, ki živijo v njih	33
3.1.5	Kemijsko in fizikalno stanje vode	35
3.1.6	Pretoki in območja poplavne nevarnosti	36
3.1.7	Pozidava in raba prostora	38
4	PREDLAGANI UKREPI IN UPOŠTEVANJE POGOJEV	39
4.1	Cilji, vplivi in usmeritve pri preureditvi jezu	39
4.2	Predlagane spremembe	43
4.2.1	Ureditev prehodnosti	43
4.2.2	Sonaravna preureditev betonskega korita	48
4.2.3	Ureditev bregov gorvodno ter zagotavljanje stabilnosti	48
4.2.4	Ureditev okolice jezu zaradi izdelave poti za stroje	49
4.3	Delo, izvedba in pristop	49
5	ZAKLJUČEK	51
	VIRI	52

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematični prikaz različnih tipov talnih drč (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 33)	18
Slika 2: Preoblikovanje grajenega jezu s podslapjem v kaskadno drčo (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 35)	20
Slika 3: Shematični prikaz skalnega praga (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 64).....	21
Slika 4: Graf s katerim določimo vrednost redukcijskega faktorja σ na podlagi razmerja spodnje in zgornje globine vode ($h/h_{preliva}$) (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 65).....	22
Slika 5: Shematični prikaz posameznih vrednosti uporabljenih v enačbah (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 66)	24
Slika 6: Shematični prikaz vzdolžnega prereza konstrukcije na reki Mangfall (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 39)	25
Slika 7: Fotografija kaskadne drče na reki Mangfall (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 39)	26
Slika 8: Mreža vodotokov porečja Reke (Atlas okolja, 2014) in označen obravnavani odsek	27
Slika 9: Obravnavani odsek Reke med označenima prerezoma (Atlas okolja, 2014)	28
Slika 10: Pogled dolvodno od obravnavanega jezu (J. Gombač, 2014)	29
Slika 11: Pogled gorvodno od obravnavanega jezu (J. Gombač, 2014)	30
Slika 12: Pogled obravnavanega jezu s strani (J. Gombač, 2014).....	30
Slika 13: Zastajanje sedimentov pred obravnavanim jezom (J. Gombač, 2014).....	31
Slika 14: Območja Natura 2000 na obravnavanem odseku (iObčina, 2014).....	32
Slika 15: Območja naravnih vrednot in ekološko pomembna območja na obravnavanem odseku (Atlas okolja, 2014).....	33
Slika 16: Opozorilne karte poplav za obravnavan odsek (iObčina, 2014)	37
Slika 17: Bližina stavbnih površin na obravnavanem območju (iObčina, 2014)	38
Slika 18: Poskus prikaza prenovljenega stanja (J. Gombač, 2014)	44
Slika 20: Razdelitev pretokov Q1, Q2, Q3 (J. Gombač, 2014)	46
Slika 21: Prikaz prečnega pogleda na prag in vzdolžnega prereza območja med dvema pragoma (J. Gombač, 2014)	47

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Mejne in priporočene vrednosti parametrov salmonidnih in ciprinidnih voda (Sodja, 2012, str: 3).	15
Preglednica 2: Povratne dobe reke Reke, merilna postaja Trnovo (2010)	36
Preglednica 3: Tabela pozitivnih učinkov med gradnjo (J. Gombač, 2014)	40
Preglednica 4: Varstveni cilji in dejavniki, ki prispevajo k ohranitvi vrednosti Natura 2000 (J. Gombač, 2014)	42

1 UVOD

1.1 Predstavitev diplomske naloge

Predstavljene pozitivne posledice, ki se pojavijo pri predelavi oz. odstranitvi nizkega jezov. Seveda se pri tem zaradi spremembe habitata pojavi tudi nekaj negativnih vplivov, vendar so ti, v primerjavi s pozitivnimi, zanemarljivi.

Tako v preteklosti kot tudi sedaj si človek skuša podrediti silo vode, jo omiliti, spremeniti ali preusmeriti. Prve spremembe na vodotokih so se pojavile, ko so vodno silo potrebovali za poganjanje žag in mlinov, nadaljevalo pa se je z regulacijami in spreminjanji vodotokov. Časi pa se spreminjajo in z njimi tudi potrebe ter prioritete. Če je voda še pred nekaj desetletji predstavljala pomemben del sile in energije, je danes ta dobila nov pomen. Voda vse bolj predstavlja vir življenja, čistoče, blaginje in ohranjanje narave. V preteklosti so le-to skušali prevladati, dandanes pa se po svetu (predvsem v razvitih delih) pojavlja težnja po tem, da vodi omogočimo naravno stanje. Marsikje se pojavljajo skupine in odbori, ki skrbijo za dobrobit vode z namenom, da ji povrnejo naravno stanje ter s tem izboljšajo lastnosti vode in obvodnega okolja. To se odraža v večjem številu rib, omogočeni migratornosti, v boljši kakovosti vode, lepšem izgledu, nujnemu prenosu sedimentov ter povrnitvi prejšnje flore in favne.

1.2 Problemi, ki so se pojavili z jezovi

Čeprav velja splošno prepričanje, da večjo škodo na okolje povzročajo višji in bolj obsežni jezovi, lahko tudi večje število manjših zaporednih jezov ustvari spremenjene pogoje. Pri tem se povzroči škoda in nepopravljive posledice na vodnem okolju, ki so bolj obsežne kot tiste pri večjem jezov [1]. Poleg tega pa so v splošnem obravnavani predvsem večji jezovi, manjši pa nekako izostanejo. Če primerjamo vpliv manjšega jezov z večjim, opazimo, da je vpliv slednjega veliko obsežnejši.

Veliki jezovi so bili postavljeni predvsem zaradi enega izmed sledečih namenov [2]:

- hidroenergije
- namakanja
- omejevanja poplav
- shrambe vode.

V primerjavi z manjšimi jezovi večji jezovi povzročajo naslednje negativne vplive [2],[3],[4],[5],[6]:

- odvzem vode iz okolja (pitna voda, hidroenergija, namakanje ...)
- bolj obsežna prekinitev pretoka hranil in sedimentov

- bolj obsežne spremembe temperature (zaradi same globine vode in globine izpusta, obsega odvzema ...)
- spremembe v pretoku (odvzem in shranjevanje vode za različne gospodarske namene)
- izločanje plinov (metan, ogljik ...) iz akumulacije zaradi kemičnih in bioloških procesov (predvsem na dnu)
- vgrajene turbine močno poškodujejo oz. ubijejo ribe
- izginjanje poplavnih ravnin dolvodno
- bolj obsežna območja akumulacij
- nevarnost podrtja dotrajanih jezov, če niso redno vzdrževani
- sprememba mikroklima
- ovirana plovba
- celo spremembe v rotaciji zemlje (zelo veliki jezovi)

Kljub temu da so razlike v obsegu in velikosti med manjšim in večjim jezo precejšnje, pa so nekatere posledice enake. Te so [2],[6],[7],[9]:

- onemogočena migracija organizmov tam, kjer niso urejeni primerni ribji prehodi
- zastoj hranil, rastlin in sedimentov (in na sedimente vezanih strupov) pred pregrado
- sprememba kemijske sestave vode
- spreminjanje značilnosti vodnega toka (upočasnitev gorvodno)
- spreminjanje temperature (predvsem gorvodno, zaradi mirovanja vode)
- sprememba deleža raztopljenega kisika (rastline in mirovanje)
- boljši pogoji za predatorske vrste, ki povzročajo škodo (kormorani, vidre ...)
- sprememba habitatov, sprememba populacije organizmov in rastlin
- spremembe pri podtalnici
- zmanjšane možnosti za rekreacijo in razne oblike športa (kajakarji, kanuisti)
- spremenjena erozija gor- in dolvodno (spodaj bolj obsežna kot prej, lačnost reke)
- genetska osamitev živalskih populacij (rib), zmanjšana vrstna in genetska pestrost
- fragmentacija reke in njenega ekosistema
- problemi, ki se pojavijo, ko preteče življenjska doba jezov (sanacija, odstranitev ...)
- izumrtje nekaterih vrst (odvisnih od migracij in življenjskih pogojev)

Če zgradimo več zaporednih jezov, pa se posledice samo še seštevajo. Seveda pa je treba poudariti, da je vsak jez treba obravnavati ločeno. Vplivi so odvisni od velikosti jezov, lastnosti toka [9], območja in njegovih lastnosti (tla, podnebje, pozidanost, narava ...).

2 PREDNOSTI PRI PREUREDTVU JEZOV, DODATNI VIDIKI IN ZAKONSKE PODLAGE

Za boljšo predstavo tematike jezov bo za začetek predstavljena zgodovina manjših jezov, ki prikazuje namembnost in razvoj gradnje jezov. Le ti s svojo prisotnostjo povzročajo nekatere negativne posledice, katere bi lahko z njihovo sonaravno preureditvijo odpravili oz. omilili. Mednje spadajo spremembe: v habitatu, pri živih organizmih, v toku in hitrosti vode, pri kemijskih in fizikalnih lastnosti vode, v prenosu sedimentov, vplivu na visoke vode in podtalnico. Sledi pregled dodatnih vidikov, ki se nanašajo na jezove, kateri so varovani kot kulturna dediščina in upoštevanje območij Natura 2000. Poglavje se zaključi s pregledom pripadajoče zakonodaje.

2.1 Zgodovina manjših jezov

Izgradnja mlinov in žag v bližini vode sega daleč v zgodovino. To je še posebej opazno na Slovenskem, saj je vodni potencial, ki je razdeljen na veliko število manjših vodotokov, ogromen. Le-ta je omogočal razvoj in postavitev velikega števila mlinov in žag, ki so koristili vodno energijo za mletje žit ter žaganje lesa.

Prvotna vodna kolesa je poganjala voda s spodnje strani (podlivna kolesa). Pri manjši vodnatosti so jih zamenjala kolesa na tok zgornje vode (nadlivna kolesa), ki so za to potrebovala vodo iz višjih akumulacij. Pojavile so se pregrade. Prav tako so le-te postavljali tudi za mline, ki niso stali tik ob bregu. Pri teh je bil zgrajen dovodni kanal (t.i. mlinščica), ki je iz glavne struge oz. pregrade preusmeril del vode do mlina, s tem pa so zagotovili enakomeren dovod vode skozi celo leto. Od tu je voda odtekala nazaj v strugo.

Največji razmah mlinarstva je bil zabeležen v času 19. stoletja, propad pa po 1. svetovni vojni. To gre pripisati predvsem elektrifikaciji in industrializaciji ter nezanimanju naslednikov za vse manj dobičkonosno dejavnost [10],[11].

Kljub skoraj popolni opustitvi mlinarstva ter delovanja žag pa so pregrade oz. jezovi ostali. Jezove, ki so bili zgrajeni za pridobitvene namene (mlin, žaga, ribogojstvo,...) so dolžni vzdrževati imetniki vodne pravice. V primeru, da so le ti opustili svojo dejavnost, pa bi morali vzpostaviti t.i. »prejšnje stanje«, običajno z odstranitvijo objektov in naprav. Kadar pa so bili objekti potrebni za urejanje odtočnih razmer (npr. zmanjšanje padca vodotoka za manjšo erozijo) so objekti dobili status »infrastrukture«, za katero skrbita država in/ali lokalna skupnost. Nekateri jezovi so bili zavarovani kot kulturna dediščina, posamezni so bili obnovljeni z namenom vzdrževanja obstoječe vodne gladine, večina pa jih stoji oz. propada (če niso redno vzdrževani). Nekaj jezov je bilo preurejenih v manjše hidroelektrarne, za koriščenje vodne energije in druge rabe vode pa je bilo postavljeno tudi nekaj novih jezov.

2.2 Prednosti pri preureditvi/odstranitvi jezov ter vzpostavitvi prehodnosti rečnega praga

V bolj razvitih državah velja že od leta 1990 dalje, da je odstranjevanje jezov postalo legitimno orodje za doseganje dobrega stanja voda in vodnih ekosistemov. Odstranjevanje jezov lahko predstavlja rešitev problema, kot je npr. dotrajanost konstrukcije, prav tako pa odstranitev pomaga tudi pri revitalizaciji vodnega ekosistema, povečani možnosti rekreacije ter gospodarskem razvoju [12]. Pri odstranitvi jezov je potrebno, da se zamenjavo uredi temu primerno. Najlažja in tudi največkrat uporabljena metoda je nadomestitev praga z izvedbo poševnih pragov oz. drč. Trebno je tudi poudariti, da obstaja malo literature (še posebej v slovenščini), ki potrjuje, da je odstranjevanje jezov dobrobit za naravo in ribe [13].

Za napoved odziva vodotoka, bližnje okolice ter ekologije vodotoka na odstranitev oz. preureditev jezov je najprej treba razumeti vpliv jezov na stanje sedaj [9]. Pri pregledu stanja jezov in njihove okolice bi bilo dobro, da se stanje opiše po sledečih kriterijih [9]: biološka pokritost, umeščenost substrata, hitrost in globina toka, variabilnost tolmunov, depozit sedimentov, frekvenca slapov, modifikacija kanalov, stabilnost brežin. Pri tem pa bi bile potrebne tudi fizične meritve o velikosti oz. dimenziji struge in pa prenos ter velikost sedimentov. Prav tako je treba ugotoviti namen jezov za različne uporabnike prostora (npr. varovanje ceste) in zagotoviti, da jim s posegom ne poslabšujemo razmer.

2.2.1 Spremembe v habitatu

Največja posledica, ki jo jezovi povzročijo v naravi, je razdeljenost (fragmentacija) habitata [13], se pravi ločitev vodotoka na dva ali več delov, ki se glede na lastnosti toka ob jezov delijo na gorvodno in dolvodno območje. Rečni habitat se pred pregrado spremeni v stanje, ki je bolj podobno akumulaciji, ker pride do dviga vodne gladine, ki poplavi večje območje, posledično pa se spremeni tudi struktura rastlinske in živalske združbe. Spremenjeno je tudi odlaganje sedimentov, kar močno spremeni izgled, globino in morfologijo dna tako gorvodno, kjer se odvija pretežno odlaganje sedimentov, kot tudi dolvodno, kjer pa se odvija dodatna erozija, znano pod pojmom »hungry river (lačna reka)« [8].

Odstranitev jezov oz. njegova zamenjava s skalnimi drčami oz. poševnimi pragovi bi delno pomagala k obnovitvi vodnega habitata v stanje pred izgradnjo jezov. Pri tem bi prišlo do ponovne povezave med gorvodnim in dolvodnim območjem jezov ter vzpostavitve prehodnosti. Vodotok bi sčasoma dobil svojo staro podobo in rastlinsko združbo, ki bi ji lahko pomagali tudi z dodatnim zasajevanjem, če bi potrebna pretočnost to dopuščala. Pretok sedimentov bi bil tako podoben prejšnjemu (pred postavitvijo jezov), kar bi pomenilo preoblikovanje rečnega dna. Na delih vodotoka (predvsem ob brežini) bi se ponovno vzpostavili s hrano bogati, plitvejši in toplejši predeli z mirnejšo vodo, kjer se zadržujejo predvsem zarod in mladice. S pomočjo naravnih procesov, erozije in odlaganja sedimentov pa bi se na vplivnem območju ponovno razvil pester režim različnih oblik dna, kot so tolmini, drče, meandri, sipine itd..

2.2.2 Spremembe pri živih organizmih

Večina sprememb se na živih organizmih ne pojavi takoj po izgradnji jezov. Do vidnejših posledic lahko preteče tudi nekaj let [8].

Najbolj obsežna sprememba, ki jo jezovi povzročijo pri organizmih, poleg spremembe življenjskega prostora, je preprečevanje migracije. Tu gre predvsem za ribe, ne smemo pa izpustiti tudi ostalih rečnih organizmov, kot so nevretenčarji, razni vodni insekti, školjke itd.. Jezovi, tudi manjše izvedbe le-teh, onemogočajo migracijo gorvodno. Medtem ko večji onemogočajo migracijo tudi dolvodno, pa so manjši v večini primerov nekoliko bolj primerni, saj višine padcev in hitrosti niso tako visoke, da bi poškodovale organizme. Seveda je to v primeru, da povratna pot ni mogoča, največkrat brez večjega pomena.

Ribe se v vodotokih odzovejo na številne okoljske lastnosti, vključujoč kakovost vode, režim vodotoka ter sestavo habitata [9]. Ribe so namreč močno odvisne od značilnosti vodnega habitata, ki vzdržuje vse njihove biološke funkcije. Še posebej se to odrazi pri migratornih vrstah, ki za svoje različne faze življenja, razmnoževanje, vzrejo mladice, rast ter doseganje spolne zrelosti potrebujejo različna območja [14].

Posledica jezov se pozna pri ločitvi rib od drstišča, kar pomeni, da se pretrga njihov življenjski krog [3]. Pri tem se prekinejo tudi migracijske poti, ki so poleg razmnoževanja potrebne tudi s stališča prehranjevanja [15].

V zgornjem delu, kjer se tok upočasni, se tako popolnoma spremeni strukturna sestava, saj domorodne ribe niso prilagojene na nove pogoje, poleg tega pa so lahka tarča predatorskih vrst (kormoran, vidra ...). Na tem območju se naselijo nove in invazive vrste (ribe, ptice itd.), ki stanje še poslabšajo [6]. Zmanjša se vrstna in genetska pestrost [8], domorodnim oz. migratornim vrstam pa sledi tudi genetska osamitev ter posledična možnost razmnoževanja v sorodstvu [13] ali pa celo izumrtje.

Tudi drugi organizmi so izredno pomembni za obstoj rečnih habitatov. Eni izmed njih so nevretenčarji. Bentoški nevretenčarji imajo raznoliko paleto habitatnih preferenc, prehranjevalnih tipov in tolerance na onesnaženje. S tem nam sporočajo informacije o naravi in seštetih vplivih stresa. Te združbe so občutljive tudi na variance v sedimentih, pretočnih karakteristikah, deležu raztopljenega kisika, temperaturi, deležu in kakovosti organskih snovi in ostalih okoljskih dejavnikov, ki jih potencialno povzročajo jezovi [9].

S spremembo habitata pride tudi do spremembe rastlinskih združb. To je najbolj opazno gorvodno, kjer se pojavijo rastline, ki odlično uspevajo v bolj mirni vodi. Zaradi višje gladine vode pa pride tudi do sprememb na novo poplavljenih bregovih, kjer se ustvari nova zarast.

Spremeni se tudi sestava in delež perifitona (primarni producenti, mnogoceličarji itd.). Prek njih lahko dobro ocenimo stanje vodotoka, saj se močno odzovejo na onesnaženja. Poleg tega pa so dober pokazatelj ostalih vrst motenj, saj so občutljivi na kemične in fizične spremembe v vodotoku, vrsto substrata, stabilnost, hranila, temperaturo [9].

Z odstranitvijo jezov bi dali možnost naravi, da se vodotok povrne v prejšnje stanje. Rastline bi se zamenjale s prejšnjimi vrstami, ki boljše uspevajo v hitri vodi, le-te pa bi predstavljale nov življenjski prostor in hrano za vodne organizme.

Največjo vidno spremembo bi zabeležili pri ribjih vrstah. Tem bi bila ponovno omogočena migracija, s čimer bi si opomogle predvsem migratorne vrste, ki pretežno sestavljajo salmonidne vrste. Pozitivne spremembe pa bi bile opažene tudi pri ostalih ribji vrstah. Vzroki za to bi bili:

- več raztopljenega kisika
- kroženje genov
- manjše spremembe temperature
- več hrane za organizme, ki so prilagojeni na stanje pred jezovi
- več skrivališč pred predatorskimi vrstami
- vzpostavljeni življenjski krogi
- možni prehodi z mesta prehranjevanja, rasti in drsti – migratornost

Poleg rib pa bi se stanje izboljšalo tudi za domorodne vrste rakov, školjk, polžev, vodnih insektov, ptic, okoliških živali, ki so bile prilagojene na stanje pred izgradnjo jezov.

2.2.3 Spremembe v toku in hitrosti vode

Jezovi spremenijo režim toka (običajno iz hitrejšega v počasnejši tok), oblike strug, premeščanje sedimentov. Seveda ima na to močan vpliv tudi velikost in oblika jezov ter lastnosti vodotoka.

Največja sprememba, če gledamo s strani režima toka, je drastično zmanjšanje hitrosti vodotoka pred pregrado v območju akumulacije, ki nastane zaradi zaježitve. To za seboj potegne veliko sprememb, od oblike habitata pa vse do prenosa sedimentov.

Pretok, razen v primeru, da ima jez vgrajene zapornice ali kako drugače omejuje oz. zadržuje vodo, ostane isti. V primeru, da pride do odvzema (ta je možen tudi brez jezov) oziroma zadržanja vode, pa ima lahko to močan vpliv dolvodno. To se pozna tako na habitatu kot tudi na organizmih.

V primeru odstranitve jezov bi bil sprva povečan odtok zaradi akumulirane vode, povečala pa bi se tudi hitrost zaradi spremembe nagiba. Stanje bi se kmalu približalo prejšnjemu (pred postavitvijo jezov).

Do izboljšanja obstoječega stanja ter spremembe hitrosti vode bi prišlo tudi v primeru nadomestitve jezov s serijo nizkih pragov. Ta izvedba bi prav tako omogočila migratornost rečnih organizmov ter spremembe v lastnostih vode.

2.2.4 Kemijske in fizikalne spremembe lastnosti vode

Tudi tu se glavne spremembe pojavijo gorvodno, se pravi nad jezom, kjer pride do umiritve vode. Zaradi zastajanja vode se tej poviša temperatura, kar za seboj potegne tudi druge spremembe, predvsem v manjšem deležu raztopljenega kisika. Lahko pa se pojavi tudi obratno stanje, kjer se zaradi prevelike zasičenosti vode s hranili, zmanjšanja hitrosti vode, povečane radiacije, manjše čistosti vode pojavi prezasičenost s kisikom. V rezervoarjih oz. zaježitvah prihaja tudi do sprememb temperature, ki so v nasprotju z naravnim stanjem. Le-te so v primerjavi z naravnim stanjem hladnejše poleti in toplejše pozimi [15].

Za točne primerjave bi morale biti izvedene meritve pred in po odstranitvi jezov. Izmerjeni bi morali biti: temperatura, pH, delež raztopljenega kisika, prevodnost, čas zadrževanja vode, deleži fosforja itd..

Če bi šlo za odstranitev jezov, bi prišlo do ponovne stabilizacije temperature ter deleža raztopljenega kisika, kot je bila pred postavitvijo jezov. Pri tem bi se na danem področju ponovno stabilizirali tudi ostali parametri, kot so pH, fosfor itd.. Podobne spremembe lahko pričakujemo tudi ob nadomestitvi jezov z nizkimi pragovi, seveda bi tu bile spremembe manjše.

2.2.5 Prenos sedimentov

Erozija je pomemben in ključen naraven proces v vodnih telesih, ki oblikuje rečno geomorfologijo in habitate [16]. Sprememba transporta sedimentov ima poleg spremembe toka najmočnejši vpliv na ekosistem [6], transport sedimentov pa je odvisen od: transportne sposobnosti zgornjega toka, dolžine med posameznimi jezovi, fizičnih lastnosti jezov itd. [4].

Sedimenti in plavine, ki jih vodni tok ne more premeščati dolvodno, se odložijo kot naplavine ali usedline pred pregrado. Posredovanje človeka na vodotoke lahko povzroči, da se zmanjša ali poveča odlaganje, zastajanje in spiranje predvsem drobnih sedimentov. Še posebej je to opazno ob nizkih pretokih, ko je povečano odlaganje organskih delcev. To se dogaja predvsem v tolmunih in za zaježitvami [15]. Prav tako pa se lahko dolvodno pojavi dodatno erodiranje brežin, če namreč moč reke oz. stopnja erozivnosti ostaja še vedno ista [7].

Zaradi prekinitve pretoka oz. spremenjene zrnivosti plavin lahko pride do delno oz. popolno nezasičenih vodnih tokov. Posledica je lahko porušitev ravnovesja posteljice struge, kar privede do tega, da je onemogočeno stalno obnavljanje posteljice dna, zmanjšana je samočistilna sposobnost, poleg tega pa je treba umetno stabilizirati dno, da je preprečeno dodatno poglobljanje [15].

Do prenosa sedimentov pride šele pri močno povečanem pretoku oz. poplavih. Pri tem gre za obsežnejši prenos sedimentov, kar za rečni ekosistem ni dobro, saj tok, zasičen s sedimentom, močno škoduje organizmom, poleg tega pa je pri tem omejen tudi prehod svetlobe [4]. Če na področju ni zadostne količine sedimenta, ki bi bil primeren za drst

rib, se te ne bodo mogle razmnoževati [17], saj ribe nimajo možnosti oblikovanja drstnih jam.

Odstranitev jezov pa lahko sproži močne premike sedimentov [9], zato je takšna dela treba izpeljati postopoma in premišljeno. Treba bi bilo primerjati prenos sedimentov gor- in dolvodno od jezov [9]. Prav tako pa se lahko v nabranih sedimentih nahajajo tudi strupene snovi in težke kovine. Zaradi tega je treba na nabranih sedimentih narediti preiskave in jih v primeru neustreznosti pravilno odstraniti [18].

Z odstranitvijo jezov se tako povrne prvoten prenos in odlaganje sedimentov. Pri tem se lahko vzpostavi ponovno naravno oblikovanje reke in rečnega dna, kar privede do meandriranja, oblikovanja tolmunov in drč. Ta način ustreza tako rečnemu habitatu kot tudi organizmom. Stanje pa se izboljša tudi v primeru, ko gre za znižanje višine jezov oz. z ustrezno preureditvijo le tega, saj je s tem omogočen večji prehod sedimentov (še posebno bolj drobnih frakcij).

2.2.6 Visoke vode

Na vpliv poplavne varnosti oz. poplav ima močan vpliv velikost jezov, pri tem mislimo predvsem na zadrževalni volumen, in pa postavitev jezov. V primeru, da je prisoten velik dotok plavin, ki se nalagajo za zaježitvijo, lahko le-te zmanjšajo zadrževalni volumen, kar povzroči dvig vodne gladine in večjo pogostost poplav. Prav tako pa lahko zmanjša poplavno varnost tudi vegetacija, ki raste na naplavinah pred pregrado in ovira pretok vode. V izrednih primerih pa lahko pride tudi do porušitve jezov, ki lahko povzročijo katastrofalne poplave [15].

Večina manjših jezov nima večjega vpliva na poplave, še posebej pri velikih razmerjih med povprečnim pretokom in pretokom med poplavami. S samo odstranitvijo oz. predelavo jezov, ki bi znižali gladine, pa bi lahko pripomogli k delnemu znižanju vodostaja med poplavami. Seveda se stanje med jezovi razlikuje.

2.2.7 Podtalnica

Zaježitev rek ima lahko močan vpliv na nivo podtalnice. V začetnem obdobju, preden se na dnu oblikuje sloj neprepustnih sedimentov, se podtalnica napaja iz reke. Po vzpostavitvi neprepustnega sloja pa lahko pride do lokalne prekinitve izmenjave vode med reko in podtalnico, kar lahko v nekaterih primerih privede tudi do propada obrežne vegetacije ob zaježitvi [15].

2.3 Upoštevanje vidikov kulturne dediščine in varstva narave

Kot je to navedeno v podpoglavju 2.1, so nekateri izmed obstoječih jezov varovani kot kulturna dediščina ali pa se nahajajo na varstvenem območju Natura 2000. Pri takšnih

jezovih je treba upoštevati dodatne pogoje, ki so predstavljeni v naslednjem poglavju, njegov zaključek pa povzame primerjavo preureditve jezov z alternativnimi ribjimi prehodi.

2.3.1 Jezovi, varovani kot kulturna dediščina

Glede predelave jezov, ki so varovani kot kulturna dediščina, veljajo isti predpisi kot za ostalo kulturno dediščino. Za takšne posege je treba pridobiti kulturno- varstveno soglasje na predhodno pridobljenih kulturnovarstvenih pogojih. Le-ti morajo v primeru, da gre za jez, ovrednoten kot kulturni spomenik, izhajati iz varstvenega režima, zapisanega v odloku o razglasitvi kulturnega spomenika, in pa na podlagi varstvenega režima za kulturno dediščino, zapisanega v odgovarjajočem prostorskem aktu [21].

2.3.2 Upoštevanje območij Natura 2000

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območja Natura 2000) določa posebna varstvena območja in varstvene cilje za dana območja ter varstvene usmeritve. Le-te se nanašajo na doseganje in ohranitev ugodnega stanja prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst, njihovih habitatov ter habitatnih tipov. Njihovo ohranjanje pa je v interesu Evropske unije (povzeto po 1. členu [22]). Pri tem imajo prednost tisti habitatni tipi, ki so na območju EU v nevarnosti, da izginejo, podobno pa velja tudi za rastlinske in živalske vrste (povzeto po 2. členu [22]). Torej morajo biti območja, habitatni tipi in vrste, ki spadajo pod Naturo 2000, ki zaradi preteklih ukrepov stagnirajo ali pa nazadujejo, postavljeni v ospredje. Kot takšne lahko vzamemo vodotoke, ki so degradirani zaradi jezov, zaradi katerih je povzročena fragmentacija ekosistema. Njihov glavni cilj bi morala postati obnovitev ugodnega stanja, ki bi omogočilo povratak avtohtonih vrst (tako rastlinskih kot tudi živalskih), obnova degradiranih območij in povezanost predelov, ki so bili ločeni zaradi postavitve jezov.

Na podlagi ekoloških potreb posameznih rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov, zaradi katerih je opredeljeno območje Natura 2000, se določijo varstveni cilji z namenom ohranjati, vzdrževati ali izboljšati obstoječe stanje (povzeto po 6. členu [22]). Tudi tu bi lahko navedli odstranitev oz. preureditev pregrad, ki ne omogočajo normalnega prehoda za organizme, saj bi s tem preprečili slabšanje razmer ter prispevali k izboljšanju in ohranjanju posameznih vrst, ki so na seznamu Natura 2000.

Z namenom doseganja varstvenih ciljev so pri načrtovanju in izvajanju posegov na območjih Nature sprejete usmeritve oz. smernice. Same posege in dejavnosti se načrtuje tako, da se v čim večji meri ohranja (povzeto po 7. členu [22]):

- naravna razširjenost habitatnih tipov ter habitatov rastlinskih ali živalskih vrst
- ustrezne lastnosti abiotskih in biotskih sestavin habitatnih tipov, njihove specifične strukture ter naravne procese ali ustrezno rabo

- ali izboljšuje kakovost habitata rastlinskih in živalskih vrst, zlasti tistih delov habitata, ki so bistveni za najpomembnejše življenjske faze, kot so zlasti **mesta za razmnoževanje**, skupinsko prenočevanje, prezimovanje, **selitev** in prehranjevanje živali
- **povezanost** habitatov populacij rastlinskih in živalskih vrst ter omogoča **ponovno povezanost**, če je le-ta **prekinjena**

Tudi tu vidimo, da je poudarek na ohranjanju in izboljšanju stanj, pri tem pa bi bilo za dane primere pregrad treba poudariti, da uredba o območjih Natura 2000 spodbuja vzpostavitev prehodnosti in omogočanje migratornosti za organizme.

Seveda je pri samem izvajanju posegov treba le-te izvajati tako, da je neugoden vpliv na rastline, živali ter habitat čim manjši. Pri tem se je treba prilagoditi tudi časovno. V obdobjih, ko so živali ranljive in potrebujejo mir (razmnoževanje, vzreja mladičev, razvojna negiblživost), se posegom izogibamo ali pa so ti izvedeni v čim manjšem obsegu (povzeto po 7. členu [22]). Če gre tu za vodotok, so pomembna predvsem obdobja, ko gre za drst rib ter razmnoževanje vodnih in obvodnih organizmov.

Za posege v območjih Natura 2000 je treba izvesti presojo sprejemljivosti, kot je to določeno s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave (povzeto po 8. členu [22]). V samem območju Natura 2000 pa se lahko opredelijo tudi notranja območja. Ta predstavljajo bistvene dele habitatov, za katere je Natura območje opredeljeno. Te meje se lahko zaradi sprememb v naravi, posegov ali drugih vzrokov spremenijo (povzeto po 9. členu [22]).

2.3.3 Primerjava preureditve jezov z ribjimi prehodi

Čeprav je v Zakonu o sladkovodnem ribištvu (ZSRib) navedeno, da morajo vsi objekti zagotavljati ustrezen prehod za ribe (povzeto po 19. členu [19]), je v primerjavi z dodajanjem ribjih prehodov odstranitev jezov bolj obsežen poseg. Namen ribjih prehodov je predvsem vzpostavitev prehodnosti za vodne organizme. Pri tem pa je za pravilno delovanje potrebno naslednje:

- pravilna izvedba glede na vrsto vodnih organizmov, ki imajo različne biološke potrebe in zmožnosti za premagovanje pretoka in naklona
- pravilno pozicioniranje glede na vtok in iztok, da omogoči varno migriranje vodnih organizmov in migriranje le teh v času nižjih vodostajev
- vzdrževanje, ki pripomore k predvidenemu pretoku,
- upoštevanje zmožnosti premagovanja toka za različne vrste vodnih organizmov
- običajno dodaten prostor izven struge, kar pomeni pozidava bregov
- zahtevnejše izračune in dimenzioniranje
- možnost migriranja gor- in dolvodno

Pri vzpostavitvi ribjih prehodov se ne spremeni pretok sedimentov, kemično stanje reke, delež raztopljenega kisika, hitrost toka. V primeru, da je ribja steza izvedena slabo ali če ta ni vzdrževana, kar spada pod naloge lastnika oz. najemnika (povzeto po 19. členu [19]), pa je preprečena tudi migracija. Izkaže se, da je odstranitev oz. predelava jezov poseg, ki zagotavlja izboljšanje celotnega habitata in približanje prejšnjemu stanju. Odstranitve in preureditve jezov so se v drugih državah izkazala kot bolj stroškovno učinkovito orodje v primerjavi s postavitvijo raznih vrst ribjih stez in njihovim vzdrževanjem [20].

2.4 Zakonodaja

Podan bo pregled zakonodaje, ki se nanaša na posege v vodotoke in njihovo okolico ter spreminjanje obstoječih habitatov. Iz Zakona o vodah so povzeti členi, ki obravnavajo tematiko gradnje in posegov na vodnih ter obvodnih območjih, drugi zakoni obravnavajo predvsem zaščito in ohranjanje narave. Povzeti členi slednjih se nanašajo predvsem na spremembe v posameznih habitatih.

2.4.1 Zakon o vodah

Zakon o vodah (ZV-1) ureja upravljanje s celinskimi vodami, vodnimi zemljišči, varstvo voda, urejanje voda in odločanje o rabi voda, posledično pa tudi vodne objekte (povzeto po 1. členu [23]). Cilji upravljanja voda so med drugim doseganje dobrega stanja voda in z vodami povezani ekosistemi, ohranjanje vodnih količin in spodbujanje trajnostne rabe voda (povzeto po 2. členu [23]). Pri tem je treba paziti in upoštevati medsebojno povezanost med ekosistemi, v primerjavi s stroški, ki lahko ob tem nastanejo, in razpoložljivost najboljših tehnik in znanja o naravnih zakonitostih (povzeto po 3. členu [22]). Med načrtovanjem in izvajanjem procesov pa je treba paziti, da se omogoči varovanje pred škodljivim delovanjem voda, ohranja naravne procese in ravnovesje pripadajočih ekosistemov ter varstvo zavarovanih območij (povzeto po 5. členu [23]). Kljub temu pa je na vodnih in priobalnih površinah prepovedano izvajati posege, ki lahko ogrožajo stabilnost vodnih ali priobalnih zemljišč, zmanjšajo varnost pred škodljivim delovanjem voda, ovirajo normalen pretok vode, plavin in plavja, onemogočajo obstoj in razmnoževanje vodnih in obvodnih organizmov (povzeto po 84. členu [23]).

Objekti ali naprave, ki morajo imeti uporabno dovoljenje, pridobijo status vodne infrastrukture z odločbo, ki jo izda ministrstvo, pristojno za vode. Poleg tega pa lahko objektu tudi preneha status vodne infrastrukture. To se zgodi v primeru, da le-ta postane trajno nepotreben za izvajanje javne službe (povzeto po 45. členu [23]). Sama vodna infrastruktura je lahko v lasti države ali izvajalca javne službe, zemljišče, na katerem je le-ta postavljena, pa ni javno dobro (povzeto po 46. členu [23]). Če je vodna infrastruktura namenjena ohranjanju in uravnavanju vodnih količin, spada njeno obratovanje in vzdrževanje pod obvezne gospodarske javne službe (povzeto po 81. členu [23]).

Za vodna in priobalna zemljišča skrbi gospodarska javna služba, ki jo zagotovi država. Pri tem mora biti zagotovljeno (povzeto po 98. členu [23]):

- utrjevanje bregov in dna površinskih voda ter morske obale
- skrb za pretočnost struge tekočih voda in odstranjevanje prekomerno odloženih naplavin
- košnja in odstranjevanje prekomerne zarasti na bregovih
- odstranjevanje plavja, odpadkov in drugih opuščenih ali odvrženih predmetov in snovi iz površinskih voda in z vodnih ter priobalnih zemljišč
- čiščenje gladine površinskih voda in preprečevanje onesnaženja vodnih in priobalnih zemljišč

Prav tako pa mora država zagotoviti izvajanje ukrepov za izboljšanje vodotokov na močno spremenjenih vodnih telesih. Med takšna vodna telesa se štejejo vodotoki, pri katerih so porušeni naravni procesi in ravnovesje vodnih in obvodnih habitatov. Predvideni ukrepi naj bi izboljšali hidromorfološko stanje, pri čemer bi šlo za ponovno vzpostavitev strukture in oblike vodnega telesa, tako da bi to privedlo do samodejnega izboljšanja kemijskega in ekološkega stanja vodnega telesa (povzeto po 102. členu [23]).

Glede na navedbe v Zakonu o vodah mora lastnik priobalnega zemljišča ali zemljišča na danem območju dovoliti izvajanje del, dostop ter uporabo teh zemljišč. Pri tem mora biti s strani izvajalca povzročeno čim manj škode, nastalo škodo pa po opravljenih delih sanirati (povzeto po 103. členu [23]) oz. plačati.

V primeru, da bi sam poseg lahko trajno ali začasno spremenil vodni režim ali stanje voda, pa se le-ta lahko izvede na podlagi vodnega soglasja, ki ga izda ministrstvo, pristojno za vode. Pri tem lahko oseba, ki namerava izvesti poseg, od ministrstva pridobi predpisane pogoje, ki jih mora projekt izpolnjevati (povzeto po 151. in 153. členu [23]).

2.4.2 Zakon o varstvu okolja

Zakon o varstvu okolja (ZVO) daje glavni poudarek varstvu okolja pred obremenjevanjem kot pogoju za trajnosti razvoj. Pri tem določa temeljna načela in ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja, finančne instrumente in javne službe varstva okolja (povzeto po 1. členu [24]). Med drugim pa ima zakon kot glavne cilje navedene: ohranjanje okolja in izboljšanje kakovosti okolja, odpravljanje posledic obremenitve okolja, izboljšanje porušenega naravnega ravnovesja in ponovno vzpostavljanje njegovih regeneracijskih sposobnosti (povzeto po 2. členu [24]), kar lahko prenesemo tudi na obnovitev rečnih sistemov, ki so bili (ekološko/habitatno) degradirani zaradi človekovega posredovanja. Prav tako pa bi bilo treba poudariti, da se pri trajnostnem razvoju omogoča dolgoročno ohranjanje okolja (povzeto po 4. členu [24]). Prav tako kot je navedeno v Zakonu o vodah, se tudi pri izvajanju posegov, ki spadajo pod varstvo okolja, le-te izvajajo tako, da povzročijo v okolju čim manjše obremenjevanje (povzeto po 7. členu [24]). Če je možnost, da ima poseg močan vpliv na okolje, je zanj treba izvesti presojo vplivov na

okolje ter pridobiti okoljevarstveno soglasje (povzeto po 50. členu [24]). V presoji vplivov na okolje se poleg ostalega ugotovi in opiše dolgoročne ter kratkoročne, posredne ali neposredne vplive posega na tla, vodo, biotsko raznovrstnost, naravne vrednote ter njihova medsebojna razmerja (povzeto po 51. členu [24]). Okoljevarstveno soglasje izda ministrstvo, pristojno za varstvo okolja, pri čemer se upošteva tudi mnenja ministrstev in organizacij, ki so pristojna za dani poseg oz. zadeve okolja, dobrin ali kulturne dediščine. Pri tem se izda pogoje, ki jih mora nosilec upoštevati (povzeto po 52. in 61. členu [24]). Izpolnjevanje le-teh se ugotavlja v postopku za izdajo uporabnega dovoljenja. V primeru, da gre za gradnjo, pa mora biti vključeno tudi ministrstvo, pristojno za varstvo okolja (povzeto po 62. členu [24]).

2.4.3 Zakon o ohranjanju narave

Zakon o ohranjanju narave (ZON) določa ukrepe, s katerimi hoče ohraniti naravne vrednote in biotsko raznovrstnost. Ti ukrepi se nanašajo na urejanje varstva prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst, vključno z njihovim genskim materialom in habitatni ter ekosistemi, pri tem pa omogoča trajnostno rabo sestavin biotske raznovrstnosti in ohranjanje naravnega ravnovesja (povzeto po 1. členu [25]). Za objekte in ukrepe, v našem primeru jezove, lahko rečemo, da porušijo naravno ravnovesje, saj uničijo številčno in kakovostno strukturo, življenjske združbe rastlinskih ali živalskih vrst, spremenijo in uničijo sposobnost delovanja ekosistema, prekine medsebojno povezanost gor- in dolvodno od jezua, pri tem pa povzročijo osamitev posameznih populacij (povzeto po 1. členu [25]).

Pri posegih ali izvajanju nalog, ki lahko vplivajo na ohranjanje biotske raznovrstnosti in varovanje naravnih vrednot, morajo fizične in pravne osebe (država, lokalna skupnost) ravnati tako, da prispevajo k ohranitvi in varovanju le-teh, pri tem pa morajo sodelovati (povzeto po 7. členu [25]). Pri posegih pa morajo, tako kot se to upošteva pri Zakonu o vodah in Zakonu o varstvu narave, uporabljati načine, metode in tehnične pripomočke, ki omogočajo ugodno stanje vrst (povzeto po 15. členu [25]).

Ekosisteme vzdržujemo z ohranjanjem posameznih habitatnih tipov. Le-ta je v dobrem stanju, če (povzeto po 31. členu [25]):

- je naravna razširjenost habitatnega tipa in območij, ki jih posamezen habitatni tip znotraj te razširjenosti pokriva, splošna in stabilna
- je struktura habitatnega tipa in naravni procesi ali ustrezna raba zagotavljajo samoohranitveno sposobnost
- v predvidljivi prihodnosti niso znani procesi, ki bi lahko poslabšali strukturo in funkcijo habitatnega tipa in s tem ogrozili njegovo samoohranitveno sposobnost
- je zagotovljeno ugodno stanje značilnih vrst habitatnega tipa

Habitatne tipe določi država, pri tem pa predpiše tudi smernice za ohranjanje njihovega ugodnega stanja. Teh naj bi se ob urejanju prostora tudi držali (povzeto po 31. členu [25]). Poleg tega pa je lahko območje tudi ekološko pomembno območje ali posebno varstveno območje. Takšna območja pomembno prispevajo k ohranjanju biotske

raznovrstnosti. Obe območji določi vlada, prav tako pa zagotavlja njihovo varnost. Za ta območja je določeno tudi pravilno ravnanje, varstveni režimi oz. razvojne usmeritve (povzeto po 32. in 33. členu [25]).

Z namenom, da bi ohranili naravne vrednote in naravne procese, država in lokalna skupnost izvajata ukrepe. Ti ukrepi so: pogodbeno varstvo, zavarovanje, začasno zavarovanje in obnovitev, h kateri bi lahko šteli tudi obnovitev rečnega sistema z odstranitvijo jezov oz. njegovo predelavo. Medtem ko država skrbi za varstvo naravnih vrednot državnega pomena, pa lokalna skupnost skrbi za vrednote lokalnega pomena (povzeto po 52. členu [25]).

Poseg pa je lahko predviden tudi na zavarovanem območju. Med takšna območja oz. predele spadajo: naravni spomenik, strogi naravni rezervat, naravni rezervat, narodni park in regijski park. Tu se morajo posegi in dejavnosti izvajati v skladu s predpisanimi pravili ravnanja za posamezno območje. V primeru, da se zavarovana območja prekrivajo, pa si med seboj ne smejo biti v nasprotju (povzeto po 54., 56., 64., 65., 66., 69., 70. in 71. členu [25]).

Poseg v naravo mora biti načrtovan, planiran in izveden tako, da ne okrne narave. V postopku načrtovanja pristojni državni ali lokalni organ izbere tisti poseg, ki pri približno enakih učinkih v naravi povzroči najmanjše posledice. Po zaključenem posegu se mora stanje narave približati prvotnem stanju, za to pa je odgovoren izvajalec dejavnosti (povzeto po 96. členu [25]). Če je izvajalec oseba javnega prava, si mora pri tem zagotoviti naravovarstvene smernice, v katerih so zapisane usmeritve, izhodišča in pogoji za ohranjanje biotske raznovrstnosti in varstvo naravnih vrednot (povzeto po 97. členu [25]).

Za posege v naravo, za katere ni potrebno dovoljenje po predpisih o urejanju prostora in po drugih predpisih, a lahko kljub temu ogrozijo biotsko raznovrstnost, naravno vrednoto ali zavarovano območje, je treba pridobiti dovoljenje za poseg v naravo. Le-ta se nanaša na (povzeto po 104. členu [25]):

- opravljanje dejavnosti in izvajanje posegov v naravo na naravnih vrednotah, zavarovanih območjih, ekološko pomembnih območjih in posebnih varstvenih območjih
- varstvo rastlinskih ali živalskih vrst
- varstvo genskega materiala
- varstvo naravnih vrednot

Zgoraj navedeno dovoljenje je v bistvu naravovarstveno soglasje. Le-to izda organizacija, pristojna za ohranjanje narave, če ugotovi, da je poseg planiran v skladu z usmeritvami, izhodišči in pogoji, ki so predpisani na podlagi Zakona o ohranjanju narave. S soglasjem se lahko podajo podrobnejši pogoji, ki morajo biti izpolnjeni ob nameravanem posegu (povzeto po 105. členu [25]).

2.4.4 Zakon o sladkovodnem ribištvu

Cilji ZSRib so med drugim ohranjanje in varovanje naravnih populacij rib, njihove vrstne pestrosti, starostne strukture in številčnosti ter varovanje in ohranjanje narave salmonidnih in ciprinidnih voda (povzeto po 5. členu [19]). Vsi posegi v ribiških okoliših morajo biti načrtovani tako, da v čim večji meri zagotavljajo ohranjanje rib, njihovo vrstno, pestrostno, starostno, strukturno in številčnost. Za gradnje objektov, ki se nahajajo na vodnih zemljiščih, je treba pridobiti predhodno soglasje Zavoda za ribištvo Slovenije. Poleg tega pa zavod v sodelovanju z izvajalcem ribiškega upravljanja v postopku izdaje vodne pravice izdaja tudi mnenje o predvidenem vplivu posega na stanje rib. Grajeni objekti morajo imeti zagotovljen ustrezen prehod za ribe, njegovo funkcionalnost pa zagotavlja lastnik oz. najemnik. (povzeto po 19. členu [19]). Samo upravljanje rib pa je v pristojnosti države (povzeto po 7. členu [19]).

Predelava oz. odstranitev jezov naj bi tako omogočila prehod za ribe, pri tem pa bi predstavljala alternativo ribjim stezam za jezove in pregrade, ki niso več v uporabi. Pri tem gre poudariti, da večina jezov, še posebej manjših, kljub zakonodaji še vedno nima urejenih prehodov oz. ribjih stez ali pa le-ti ne delujejo ustrezno.

2.4.5 Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib

V spodnji preglednici (Preglednica 1) so podane mejne in priporočene vrednosti parametrov salmonidnih in ciprinidnih voda. Na podlagi slednje se lahko opredeli primernost posameznih vod za življenje salmonidnih ali ciprinidnih vrst rib [24].

Preglednica 1: Meje in priporočene vrednosti parametrov salmonidnih in ciprinidnih voda (Sodja, 2012, str: 3).

Parameter	Izražen kot	Enota	Salmonidne vode		Ciprinidne vode	
			Priporočena vrednost	Mejna vrednost	Priporočena vrednost	Mejna vrednost
Raztopljeni kisik ⁽¹⁾	O ₂	mg/L	50% ≥ 9 100% ≥ 7	50% ≥ 9 100% ≥ 6	50% ≥ 8 100% ≥ 5	50% ≥ 7 100% ≥ 4
pH				6 - 9 Δ± 0,5 ⁽²⁾		6 - 9 Δ± 0,5 ⁽²⁾
Suspendirane snovi		mg/L	≤ 25		≤ 25	
BPKs	O ₂	mg/L	≤ 3		≤ 6	
Fosfor celotni	PO ₄	mg/L		≤ 0,2		≤ 0,4
Nitrit	NO ₂	mg/L	≤ 0,01		≤ 0,03	
Fenolne snovi	C ₆ H ₅ OH			(3)		(3)
Mineralna olja				(4)		(4)
Amoniak	NH ₃	mg/L	≤ 0,005	≤ 0,025	≤ 0,005	≤ 0,025
Amonij	NH ₄	mg/L	≤ 0,04	≤ 1	≤ 0,2	≤ 1
Klor prosti pri pH 6	HOCl	mg/L		≤ 0,005 ⁽⁵⁾		≤ 0,005 ⁽⁵⁾
Cink, skupna trdota vode 100 mg CaCO ₃ /L	Zn	mg/L		0,3		1,0
Raztopljeni baker, skupna trdota vode 100 mg CaCO ₃ /L	Cu	mg/L	0,04		0,04	

⁽¹⁾ V odstotkih je izraženo število vzorcev odvzetih v obdobju enega leta

⁽²⁾ Umetno povzročene spremembe pH ne smejo presegati ± 0.5

⁽³⁾ Parameter ne sme biti prisoten v takšni količini, da bi to vplivalo na okus rib

⁽⁴⁾ Parameter ne sme biti prisoten v vodi v takšni količini, da bi to povzročilo:

- viden film na gladini vode ali plast na dnu površinskih voda ali- značilen priokus v ribah ali
- škodljive učinke na ribe

⁽⁵⁾ Višje koncentracije celotnega prostega klora so sprejemljive, če je pH vode višji

2.5 Potrebna dokumentacija za preureditev jezov

Preureditev jezov predstavlja gradbeni poseg, za katerega je treba pridobiti ustrezno dokumentacijo in soglasja, ki se lahko, glede na stanje v prostoru in namembnost jezov, razlikujejo. Načeloma velja, da je za posege, katere je bilo za gradnjo potrebno gradbeno dovoljenje, tudi za razgradnjo ali preureditev potrebno gradbeno dovoljenje. V nadaljevanju je opisana projektna dokumentacija, ki je potrebna za preureditev jezov (pogoji in soglasja, ki so vezani na jezove, varovane kot kulturna dediščina, so podani že v podpoglavju 2.2.1).

Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja - PGD

PGD je osnovni dokument na podlagi katerega pristojni organ izda gradbeno dovoljenje. Pred tem je treba pridobiti projektne pogoje soglasodajalca in vseh ostalih, ki so vključeni. Vlogi za pridobitev naravovarstvenih pogojev je treba priložiti idejno zasnovo ali projekt, ki je obdelan na višji ravni.

PGD vsebuje [27]:

- izjavo o skladnosti načrtov in izpolnjevanju bistvenih lastnosti
- zbirno projektno poročilo
- grafični prikaz skladnosti s prostorskimi akti
- grafični prikaz vplivnega območja nameravane gradnje
- lokacijske podatke
- podatke o pridobivanju projektnih pogojev in soglasij ter
- dokazno dokumentacijo

Gradbeno dovoljenje - GD

Gradnja se lahko začne šele po izdaji pravnomočnega gradbenega dovoljenja. Tega pa se pridobi na upravnem organu za gradbene zadeve, torej na upravni enoti, na območju katere leži nepremičnina [28]. Če država ni lastnik jezov, je treba z lastniki pred pridobitvijo gradbenega dovoljenja skleniti služnostno pogodbo ali pa zemljišča odkupiti.

Projekt za izvedbo - PZI

Projekt za izvedbo vsebuje podrobne načrte, dodatne izračune, popise del in potrebne detajle. Prav tako se predvidi ves potreben material in vsa potrebna dela na določenih področjih.

PZI potrebuje investitor zato, da lahko izbere izvajalce za posamezna področja. Poleg tega PZI vsebuje tudi popise del z vseh področij projektiranja, kar pomeni, da je nujno potreben za izvajalce, saj so v njem rešeni vsi tehnični detajli [29].

Naravovarstveno soglasje (na podlagi mnenja Zavoda RS za varstvo narave izdelala ARSO) – Natura 2000

Naravovarstveno soglasje je treba pridobiti, kadar se obravnavani predel nahaja v območju Natura 2000. V primeru izdaje naravovarstvenih pogojev mora investitor

pridobiti naravovarstveno soglasje. Sami vlogi je treba priložiti tisti del projekta, na katerega se navezuje soglašanje, da lahko ARSO preveri, ali je projekt izdelan na podlagi naravovarstvenih pogojev. Kadar gre za poseg na območju Natura 2000, je zanj treba izvesti tudi presojo sprejemljivosti posega, skladno s Pravilnikom o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja, ki ga na podlagi zahteve s strani ARSO izvede Zavod RS za varstvo narave. Le-ta poda strokovno mnenje, ki vsebuje: mnenje o sprejemljivosti vplivov posega v naravo na varovana območja, oceno o vplivih nameravanega posega in morebitne omilitvene posege. Po prejemu mnenja mora ARSO izdati ali zavriniti izdajo naravovarstvenega soglasja [30].

Vodno soglasje

Vodno soglasje je treba pridobiti za posege, ki lahko vplivajo na vodni režim in stanje voda. Investitor mora pred začetkom izdelave projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja pridobiti tudi projektne pogoje, k samim projektnim rešitvam pa vodno soglasje. V postopku pridobivanja vodnega soglasja k projektnim rešitvam se ugotavlja vpliv gradnje danega objekta in samo izvajanje gradbenih del na vodni režim ter stanje vodnega telesa [31].

Hidrološko-hidravlična presoja

Prikaz vpliva novega objekta na odtočne razmere in novo nastalo stanje ter poplavna varnost se izdeluje glede na Poplavno direktivo. Namen takšnih študij je določitev območij, ki so izpostavljena poplavam, izdelati karte poplavne nevarnosti ter predvideti omilitvene ukrepe in tako zagotoviti poplavno varnost na danem območju.

Smernice in soglasje Zavoda za ribištvo Slovenije

Pri gradnji je trebno upoštevati projektne pogoje in pridobiti soglasje s strani Zavoda za ribištvo, ker gre za gradbene posege v ribiški okoliš [32]. Vsaj 14 dni pred izvajanjem del pa je treba obvestiti tudi pristojno ribiško družino.

2.6 Uporabljene enačbe v izračunih

Dimenzioniranje izhaja iz dela [20], ki je bilo prevedeno v angleški jezik. Samo delo je bilo prvotno spisano v nemškem jeziku, njegov naslov pa se glasi: Ribje steze – Dimenzioniranje, vzdrževanje, nadzor delovanja (Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle). Delo je bilo ustvarjeno s strani Tehničnega komisije DVWK-ja (German Association For Water Resources and Land Improvement) za »ribje prehode« ter izdano za uporabo. Predlogi v tem delu predstavljajo standard za pravilno tehnično izvedbo ter s tem pomemben vir informacij za specializirane posege v normalnih pogojih.

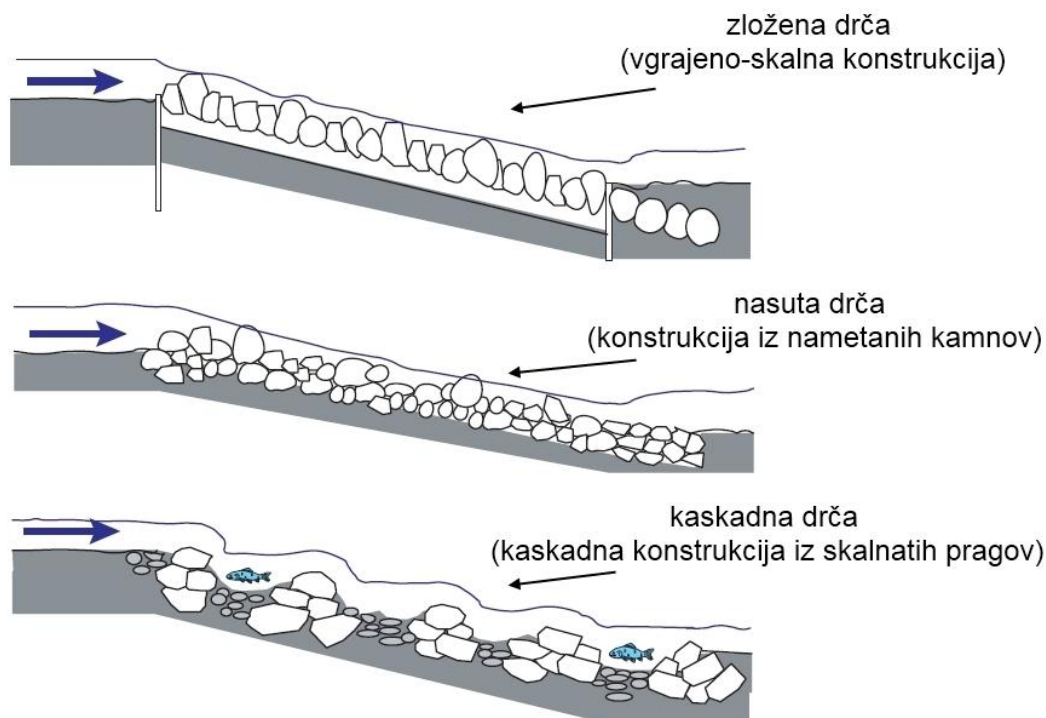
V tej nalogi izbrane preureditve sodijo v obliko konstrukcij, ki jih želimo približati »naravnim tipom«. Le te dosegajo biološke zahteve boljše, kot to storijo tehnične izvedbe (ribji prehodi iz betona). Poleg tega pa se izvedbe »naravnih tipov« lepo vključijo v okolico kot tudi omogočajo oblikovanje novih biotopov. V praksi so uveljavljeni naslednji trije tipi konstrukcij, s katerimi se želimo približat naravnim tipom vodotokov:

- talne drče
- obtočni kanali
- ribji prehodi

Tu se bomo osredotočili na talne drče oz. enega izmed njenih tipov (navedeno v nadaljevanju). Princip talnih drč je v porabi vodnega potenciala (razlike v višini vodnega nivoja pred in po pregradi), na določeni dolžini, z ohranjanjem kar se da blagega hidravličnega nagiba (padca). Ti pristopi so bili prvotno oblikovani za stabiliziranje rečnega dna, izkazali pa so se tudi kot odličen način za nadomestitev pregrad, saj s svojim nizkim naklonom omogočajo strukturno raznolikost ter najbolj ugoden način obnove rečnega odseka. Takšen odsek s svojo raznovrstno obliko tudi najboljše imitira naravne pogoje. Seveda morajo biti takšne konstrukcije prilagojene, tako, da dopuščajo migracijo vodnim organizmom. Gladek beton in strmi padci tega ne dopuščajo.

Talne drče se, kot to prikazuje Slika 1, glede na konstrukcijo delijo na 3 dele:

- zložena drča (vgrajeno-skalna konstrukcija): na stabilizirano rečno dno so v eni plasti zložene skale, ki se stikajo ter s tem nudijo grobo površino ter odpornost na večje pretoke (nagib 1:10)
- nasuta drča (konstrukcija iz nametanih kamnov): večplastna konstrukcija na utrjeni podlagi iz nefiksiranega kamenja, kateri prav tako sledi utrjena podlaga dolvodno, zagotavlja grobo površino in nizke stroške izdelave
- kaskadna drča (kaskadna konstrukcija iz skalnatih pragov): odsek struge razdeljen z skalnimi pragovi, ki omogočajo oblikovanje tolmunov, kateri so lahko prepuščeni naravnim dinamikom, odražajo veliko strukturno vrednost in nizke stroške izdelave



Slika 1: Shematični prikaz različnih tipov talnih drč (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 33)

Hidravlično dimenzioniranje talnih drč

Metode, ki so trenutno priporočene, za hidravlične izračune v tekočih voda, so združene v DVWK-Guidelines 220/1991 Hidravličnih izračunih za vodotoke (Hydraulic calculations of running waters).

Računanje povprečne hitrosti glavnega toka v vodotokih je bazirana na Darcy-Weisbachovi formuli:

$$v_m = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{8 g r_{hy} I} \quad (2.1)$$

kjer je:

$$r_{hy} = \frac{A}{I_u} \quad (2.2)$$

I – nagib (naklon energijske črte),

g – težnostni pospešek,

A – površina pretoka,

I_u – omočen obod

Koeficient hrapavosti λ je za normalni tok (tj. stalni enakomerni tok) v vodotokih z grobim dnom podan z naslednjo enačbo:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{k_s/r_{hy}}{14.84} \quad (2.3)$$

(območje veljavnosti: $k_s < 0.45 r_{hy}$)

kjer je k_s vrednost, ki predstavlja premer peska zamenjana z d_s , ki predstavlja dimenzije kamnov oz. prodnikov v vodotoku.

Ko v vodotok postavimo talno drčo, je treba nadomestiti koeficienta hrapavosti λ za naravni odsek vodotoka za nove razmere, zaradi vpliva večjih kamnov in skal (iz katerih je sestavljena konstrukcija), ki izpodrinejo vpliv hrapavosti rečnega dna. Nov koeficient λ_{tot} , je mogoče izračunati iz naslednje formule (Pouvé):

$$\lambda_{tot} = \frac{\lambda_s + \lambda_o (1 - \epsilon_o)}{(1 - \epsilon_v)} \quad (2.4)$$

kjer je:

$$\epsilon_v = \frac{\Sigma V_s}{V_{tot}} \quad (2.4a)$$

$$\epsilon_o = \frac{\Sigma A_{o,s}}{A_{o,tot}} \quad (2.4b)$$

$$\lambda_s = 4 c_w \frac{\Sigma A_s}{A_{o,tot}} \quad (2.4c)$$

ΣV_s – volumen potopljenih skal*,

V_{tot} – celoten volumen,

$\Sigma A_{o,s}$ – površina skal*,

$A_{o,tot}$ – celotna bazalna površina,

$c_w \approx 1.5$ – koeficient upora,

A_s – površina omočenih skal*,

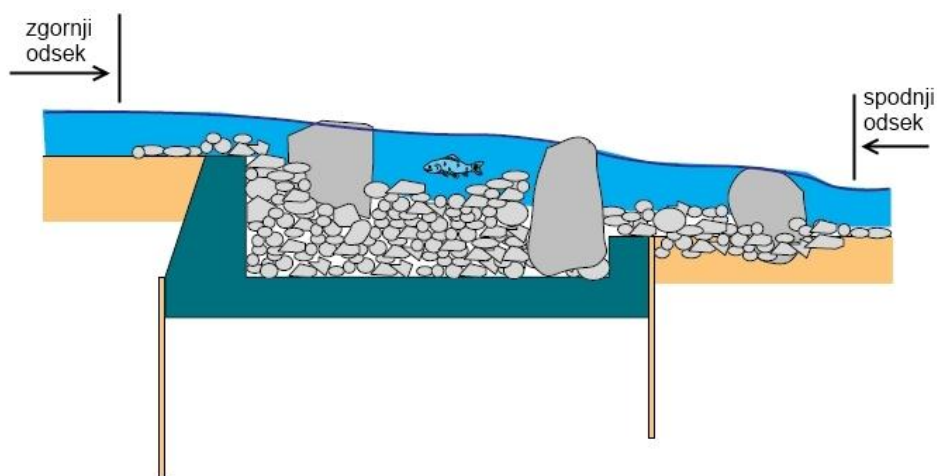
*skale – tisti delež skal, ki so znotraj vodnega toka.

Kaskadna drča - kaskadna konstrukcija iz skalnatih pragov

Za preureditev jezov je bila izbrana kaskadna drča (kaskadna konstrukcija iz skalnatih pragov). Takšna konstrukcija (majhen padec, z grobim dnom) iz ekološkega stališča predstavlja, najboljši način za obnovitev povezanosti za vodne organizme, kjer obstoječi objekt ne more biti popolnoma odstranjen. Sama konstrukcija omogoča migracije tako dol kot tudi gorvodno, poleg tega pa je vzdrževanje takšnih konstrukcij dokaj redko oz. potrebno le po večjih poplavih.

Kaskadna drča je konstrukcija sestavljena iz določenega števila posameznih skalnih pragov, ki so sestavljeni iz skal premera 0.6 do 1.2 m. Posamezne stopnice, so z namenom, da vzdržijo visoke vode in erozijo, vgrajene v podlago tudi do 2.5 m globoko. Bazeni, ki se oblikujejo med posameznimi pragovi so lahko zapolnjeni z gramozom in velikimi prodniki ter prepuščeni naravni dinamiki. To bo omogočilo, da se v bazenih akumuliral tudi droben material, ki se re-akumulira po pojavu večjih pretokov.

Takšni posegi se običajno izvajajo na vodotokih, ki so široki do 15 m, vzdolžni nagib drče pa naj bi bil med 1:15 in 1:30, kar posledično dopušča prehod za vodne organizme. Postavitev in razdalja med posameznimi pragovi mora biti takšna, da razlika v višini vode med sosednjimi bazeni ne presega vrednosti 0.2 m. Globina bazenov mora biti vsaj 0.3 do 0.4 m, kar omogoča oblikovanje mest na katerih lahko ribe počivajo med vzpenjanjem in pa optično zelo pestre oblike pretakanja. Maksimalna dovoljena hitrost je pri takšnih konstrukcijah 2 m/s (ta še dopušča migracijo vodnih organizmov). Takšne postavitve, ob pravilni izvedbi, ne izstopajo iz okolice.



Slika 2: Preoblikovanje grajenega jezov s podslapjem v kaskadno drčo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 35)

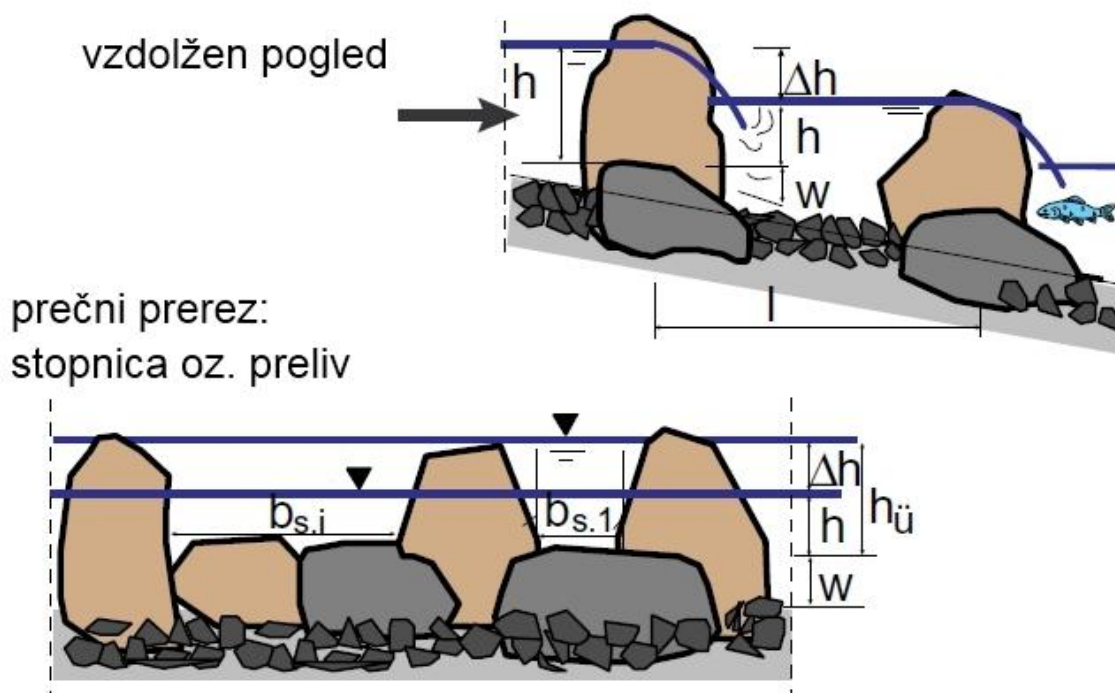
Preoblikovanje jezov (Slika 2), ki onemogočajo prehod vodnih organizmov, je s postavitvijo drče relativno enostavno. Vse kar je potrebno, je dodatna vgradnja materiala (kamenje in prod) v katerega so predhodno vgrajeni pragovi iz skal. Seveda pa je treba zaščititi tudi vznožje objekta, ki omogoča prehod v nadaljnjo rečno dno.

Takšna metoda preoblikovanja dopušča ohranjanje ali spreminjanje nivoja vode gorvodno. Pri tem lahko dopustimo, da se gorvodno območje zajezi, kar pomeni, da se lahko tu, dolgoročno gledano, ponovno vzpostavijo pogoji prostega toka. Seveda se mora vsako spremembo gorvodne gladine, preučiti glede na dano situacijo (npr. erozija, poplavna varnost ipd.).

Prostore med skalami in kamni je dobro zapolniti z finim materialom, ki se ga lahko dovaja že med gradnjo, saj s tem povečamo neprepustnost nasutega materiala konstrukcije, ki je še posebej pomembna med sušnim obdobjem.

Dimenzioniranje kaskadnih konstrukcij iz skalnih pragov

Kaskadna konstrukcija je sestavljena iz skalnih polic (pregrad) in vmesnih bazenov. Skale so vgrajene tako, da gre tok čez prelive oz. čez celotno polico (Slika 3), ko so pretoki višji. Normalen prehod oz. migracije vodnih organizmov, ob manjših pretokih, omogočajo skale oz. kamni, ki so v posamezni polici oz. pragu postavljeni nižje. Ti pripomorejo k zagotavljanju potrebne globine v bazenih.

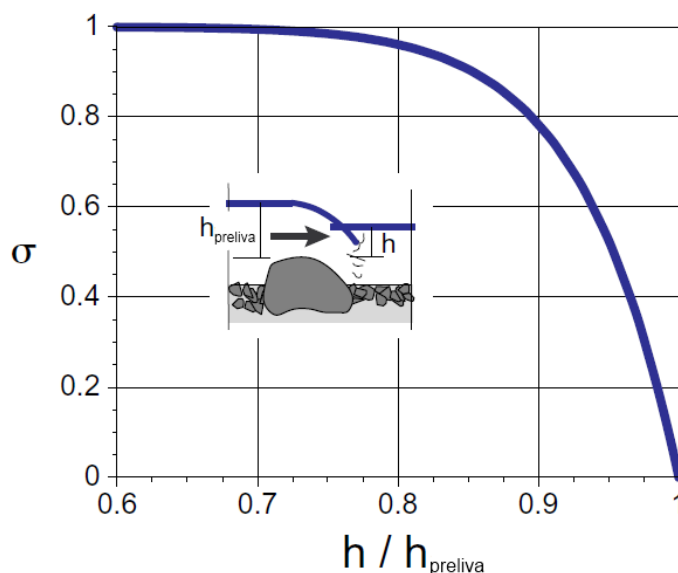


Slika 3: Shematični prikaz skalnega praga (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 64)

Pri hidravličnem dimenzioniranju kaskadnih konstrukcij je potrebno ločiti med dvema osnovnima tipoma pretoka:

- projektni pretok: zavzame pretoke, za katere mora biti zagotovljena prehodnost. Le te smatramo kot normalne oz. najbolj pogoste pretoke, ti pa so lahko preseženi le nekajkrat na leto. Konstrukcija mora biti zasnovana tako, da se v času projektnih pretokov ne preseže dovoljene hitrosti ali premajhne globine v bazenih ter s tem omogoča normalno prehodnost.
- kritični pretok: obsega poplavne pretoke, ki se sicer pojavijo redko, kljub temu pa mora v takih razmerah konstrukcija ohranjati stabilnost.

Karakteristike pretokov skozi ali čez stopnice so enake kot pri prelivu čez pregrado. Treba je samo vedeti ali gre za potopljene ali ne-potopljen pogoje (vpliv spodnje vode). Meje med danima stanjema upoštevamo s faktorjem h/h_{preliva} – Slika 4.



Slika 4: Graf s katerim določimo vrednost redukcijskega faktorja σ na podlagi razmerja spodnje in zgornje globine vode (h/h_{preliva}) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 65)

Za izračun s pretoka lahko uporabimo Polenijsko enačbo:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sigma \Sigma b_s \sqrt{2g} h_{\text{preliva}}^{3/2} \quad (2.5)$$

kjer je Σb_s – seštevek dolžine razmikov neoviranega pretoka skozi odprtine (Slika 5).

Če gre za prelive različnih višin ali prelive po celotni dolžini, je treba te računati po odsekih. Pri tem je treba upoštevati tudi prelivni faktor μ , ki je različen glede na obliko kamnov oz. skal iz katerih so zgrajeni pragovi. Za kamne oz. skale z ostrimi robovi se uporabljajo vrednosti $\mu \approx 0.5$ do 0.6 , za gladke oz. zarobljene skale pa $\mu \approx 0.6$ do 0.8 .

Potopitveni faktor σ , ki predstavlja razmerje med spremembo višine vode med posameznimi stopnicami, se lahko določi na podlagi predhodno poznane vrednostjo

h/h_{preliva} iz Slike 4 zgoraj. V primeru, da gre za nepotopljen tok, je vrednost potopitvenega faktorja $\sigma = 1.0$.

Maksimalno hitrost toka čez preliv se določi iz enačbe:

$$v_{\max} = \sqrt{2g\Delta h} \quad (2.6)$$

Velikost in globina bazenov med posameznimi pragovi mora zagotavljati nepreveč-turbulenten pretok, ki omogoča ribam, da si odpočijejo med vzpenjanjem. Predvidena velikost volumenska disipacija energije vodnega toka (E) se giblje okoli 150 do 200 W/m³. Le ta je izračunana iz enačbe:

$$E = \frac{g Q \Delta h \rho}{b h_m l_w} = \frac{g Q \Delta h \rho}{A l_w} \quad (2.7)$$

kjer je:

h_m - srednja globina v bazenih,

b - prečna širina na sredi bazena,

A - površina prereza toka na povprečni globini bazena (prečno na konstrukcijo),

l_w - dolžina bazena ($l_w = l - d_s$).

Ostale uporabljene enačbe:

Padec dna konstrukcije (I):

$$I = \frac{\Delta h}{l} \quad (2.8)$$

Hitrost toka (v):

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2.9)$$

Širina dna struge (b):

$$b = 2.5 \Sigma b_s \quad (2.10)$$

Celotna širina struge (b_{celotna}):

$$b_{\text{celotna}} = b + 4 h b_{\text{az2}} \quad (2.11)$$

Dolžina neoviranega bazena (l_w):

$$l_w = l - d_s \quad (2.12)$$

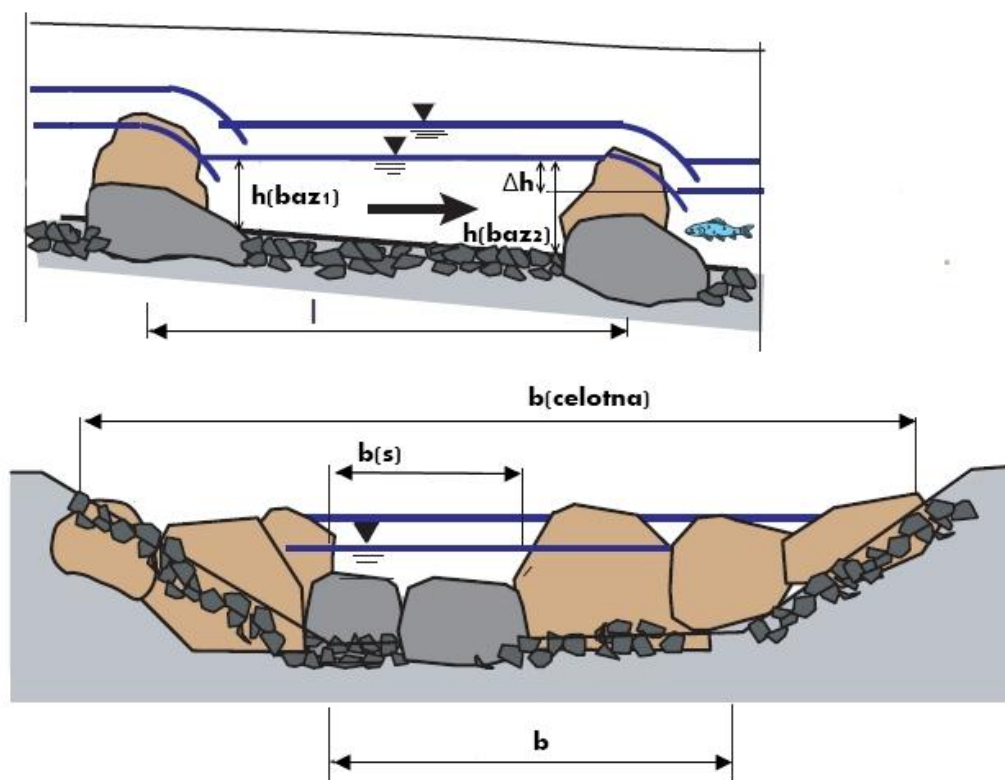
kjer so:

Δh – sprememba višine gladin med posameznimi pragovi,

l – dolžina bazena,

Q – pretok,

A – površina pretoka.



Slika 5: Shematični prikaz posameznih vrednosti uporabljenih v enačbah (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 66)

Končno stanje mora izpolnjevati sledeče zahteve iz [20]:

- hitrost vode pod 2 m/s,
- globina vode v bazenih minimalno 0.3 do 0.4 m,
- turbulentni pogoji pa narekujejo moč volumenske disipacije (E) med 150 in 200 W/m^3 ,
- nagib pod 6.7% (1:15).

2.7 Primer delujoče kaskadne drče na reki Mangfall

Za preureditev jezu na Reki je bil v literaturi poiskan primer jezu s podobnimi lastnostmi. Izbran je bil jez na reki Mangfall iz Nemčije. Pri preureditvi dela reke Mangfall, ki je bil zaradi višine jezu neprehojen za vodne organizme, so obstoječi jez zamenjali z naravi bližjo, kaskadno drčo iz skal.

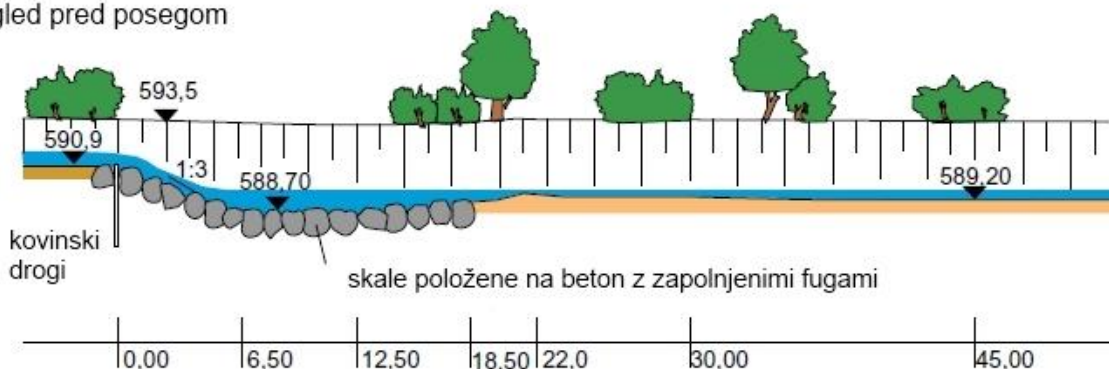
Podatki:

- reka: Mangfall (Nemčija)

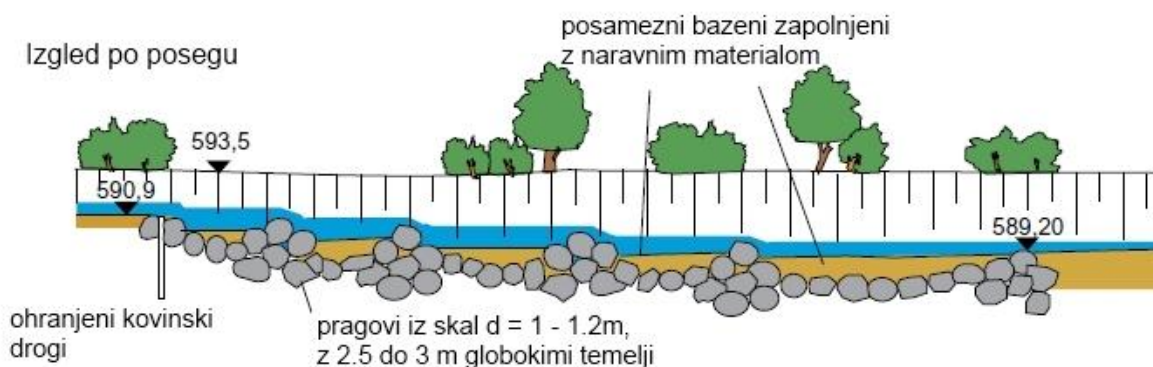
- pretok: $Q_{\text{povprečni}} = 4.83 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{100} = 270 \text{ m}^3/\text{s}$
- vrsta konstrukcije: kaskadna konstrukcija
- širina struge (b) = 15 m
- sprememba višine med gor in dolvodno gladino (h) = 1.7 m
- nagib drče (I) = 1:26
- leto izdelave: 1989

Konstrukcija je sestavljena iz posameznih stopnic oz. pragov, zloženih iz skal, ki so vgrajene tudi do 3m v podlago. Bazeni, ki so se oblikovali med stopnicami so zapolnjeni z avtohtonim rečnim materialom ter prepuščeni naravni dinamiki. Njen shematičen izgled prikazuje Slika 6, njen dejanski izgled pa Slika 7.

Izgled pred posegom



Izgled po posegu



Slika 6: Shematični prikaz vzdolžnega prereza konstrukcije na reki Mangfall (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 39)



Slika 7: Fotografija kaskadne drče na reki Mangfall (Food an Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 39)

Podan primer preureditve neprehodne pregrade na reki Mangfall je prikazan zaradi primerljivosti z izbrano situacijo na reki Reki. Podobnosti so tako v širini vodotoka kot tudi pretokih. Z danimi podatki je tako mogoče predvideti osnovo obliko konstrukcije in pa izbrati primerno velikosti skal. Poleg tega pa konstrukcija na reki Mangfall predstavlja tipično, učinkovito izvedbo, ki se lepo zlije z okoljem in je le stežka prepoznana kot grajena konstrukcija.

3 SONARAVNA PREUREDITEV JEZU NA REKI REKI V VASI REČICA

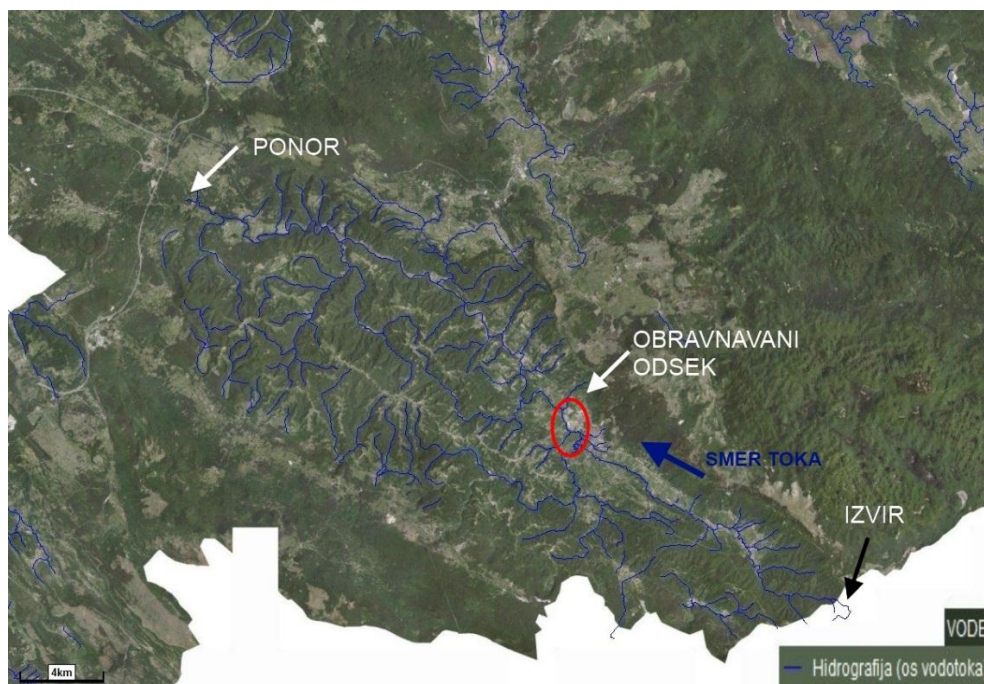
Jez na reki Reki v vasi Rečica je bil izbran zaradi njegove tipične podobe in lastnosti, ki so lahko primerljive z velikim številom podobnih pregrad na ostalih slovenskih vodotoki, ki nimajo delujočega ribjega prehoda oz. primerne povezave med zgornjo in spodnjo vodo. Poleg tega sam jez nima gospodarske namembnosti, saj ni zgrajen zaradi izrabe vodne energije in ne služi kot zajetje za namakalno ali pitno vodo. Funkcija izbrane pregrade je le v ohranjanju vzdolžne nivelete za ohranjanje stabilnega odseka vodotoka. Takšen primer lahko služi kot osnova za podobne posega na ostalih slovenskih vodotokih, katerih stanje je degradirano zaradi prisotnosti neprimerno urejenih pregrad.

3.1 Trenutno stanje na obravnavanem odseku

V naslednjem poglavju bo predstavljeno trenutno stanje na obravnavanem odseku reke Reke. To obsega predel od mostu na železniški progi Ljubljana–Reka do naslednjega jezov v vasi Topolec, pod obravnavanim jezzom v vasi Rečica. Dolžina odseka je 5 km, 2,5 km gor- in dolvodno od izbranega jezov.

3.1.1 Obstoječe stanje rečnega sistema

Reka Reka, katere mreža vodotokov je prikazana na Sliki 8, je najdaljša ponikalnica na Slovenskem. Izvira na nadmorski višini 720 m, na južni strani Snežnika na Hrvaškem, južno od Gomancev.



Slika 8: Mreža vodotokov porečja Reke (Atlas okolja, 2014) in označen obravnavani odsek

Po kilometru struge Reka priteče na slovensko ozemlje, kjer prične pridobivati številne pritoke iz snežniškega pogorja. Pod vasjo Zabiče se njen tok umiri, teče pa dalje v smeri proti severozahodu. Med drugim teče skozi Ilirsko Bistrico, Topolec, Prem, Škoflje, Škocjan. Njeni glavni pritoki so Mola, Bistrica, Sušica-Mrzlek, Padež in Sušica. Ker reka teče tudi po kraškem površju, so pogosti grezi, ki povzročajo odtekanje vode še pred ponorom, kjer Reka ponikne v Mohorčičevo jamo. Le-ta se nahaja pod 164 m visoko steno zahodnega roba Velike doline. Nato reka teče skozi Škocjanske jame, kjer ji lahko sledimo do sifona v Mrtvem jezeru. Na površje ponovno priteče na italijanski strani, kjer se izlije v Jadransko morje kot reka Timav. Reka meri 54 km, njeno porečje pa obsega 365 km² [33],[34],[35].

Obravnavani odsek, ki je prikazan na Sliki 9, sledi strugi dolvodno od mostu na železniški progi Ljubljana–Reka, mimo obravnavanega jezov v vasi Rečica pa do naslednjega jezov v vasi Topolec. Struga v tem delu preteče 5 km. Na tem delu se v reko izlivata dva pritoka, in sicer potok Molja, ki priteče iz akumulacijskih jezer Klivnik in Mola, ter potok Bistrica, ki ima izvir nad mestom Ilirska Bistrica. Oba pritoka se reki priključita pred obravnavanim jezerom. Blizu reke pa sta tudi dva mrtva rokava oz. mrtvici.



Slika 9: Obravnavani odsek Reke med označenima prerezoma (Atlas okolja, 2014)

Širina struge se giblje med 6 in 12 m, na koncu obravnavanega območja pa ta znaša 17 m. Še posebno široka postane na predelih, kjer je postavljena infrastruktura, most in jezo. Na tem predelu se reka obnaša kot tipična nižinska reka z ustvarjanjem meandrov, prav tako pa se tu izmenjujejo globlji tolmini in nekaj brzic. Globine se pri najpogostejših pretokih gibljejo med 0,5 in 3 m. Bregove obraščajo predvsem gosta obrežna vegetacija, na obvodnem svetu pa so travniki in njive, med drugim pa se reka približa tudi tovarni Lesonit (na desnem bregu, blizu obravnavanega jezov), naselju Rečica ter na koncu obravnavanega območja še naselju Topolec.

3.1.2 Trenutno stanje jezu in betonskega korita

Jez umiri hitrost vode gorvodno, pri tem pa tudi poveča globino in zastajanje sedimentov, ki se tako kopičijo pred pregrado. Ob večjih pretokih je nekaj od teh odplavljenih, ki pa se s časom ponovno nakopičijo. Jez je betonski, prav tako pa je betonski tudi umirjevalni bazen.

Širina krone betonskega jezu je 15 m, v umirjevalnem bazenu, kateri je dolg 12m, pa se širina dna poveča na 16m. Po umirjevalnem bazenu sledi stopnica in 7m betonskega korita v širini 15m. Širina dna struge pred in po jezu je približno 10 m. Širina celotnega betonskega korita je 35m, v dolžino pa meri 19 m. Naklon brežin korita je 1:3. Globina vode pred pregrado, ob pretoku okrog $1\text{ m}^3/\text{s}$, znaša 1.3 m, v umirjevalnem bazenu pa se globina zmanjša iz 1.5 na 1m. Višinska razlika med krono jezu in dnem umirjevalnega bazena je 2.7 m.

Obstoječe stanje je s pripadajočimi dimenzijami posameznih delov pregrade prikazano v tehničnih skicah: Prilogi 01 in Prilogi 02. Priloga 01 prikazuje situacijo trenutnega stanja v prostoru, medtem ko Priloga 02 prikazuje vzdolžni prerez preliva in umirjevalnega bazena ter prečni prerez oz. pogled na preliv gorvodno.

Sledijo 4 fotografije, ki prikazujejo dejansko stanje pregrade in pripadajoče okolice. Na Sliki 10 lahko vidimo stanje pod betonsko pregrado. Takoj pod prelivom je dobro viden globlji umirjevalni bazen, ki se nadaljuje v plitvejšega, nakar sledi konec betonskega dela. Od tu naprej je dno kamnito oz. prodnato. Prav tako je na dani sliki opazen konec kamnito betonskega korita, ki se nadaljuje v brežine utrjene s kamni in vrbovimi potaknjenci, kateri so že močno razraščeni.



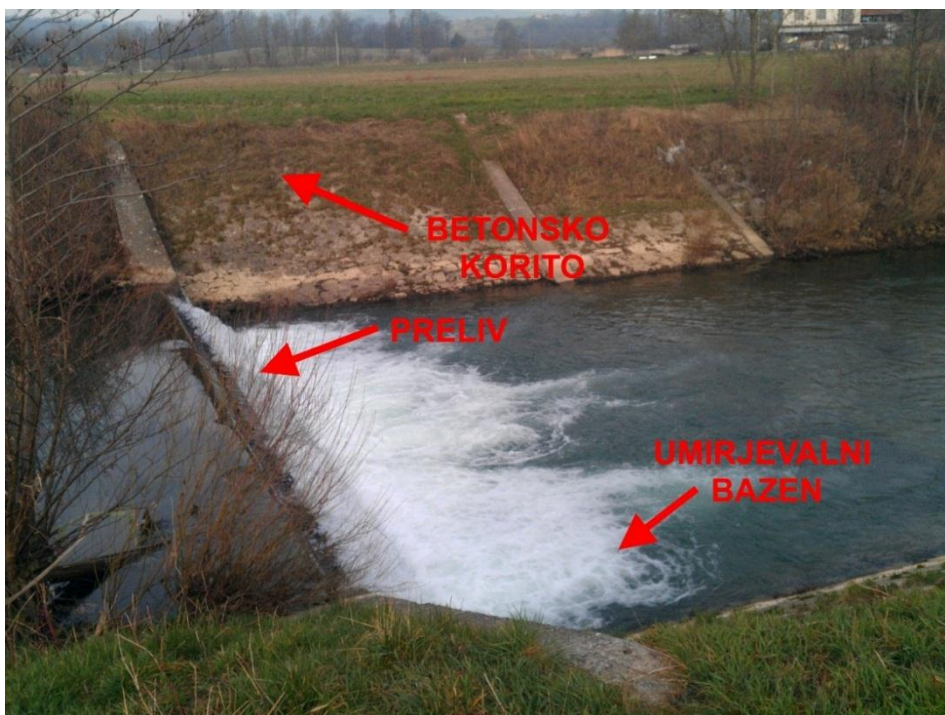
Slika 10: Pogled dolvodno od obravnavanega jezu (J. Gombač, 2014)

Slika 11 prikazuje pogled gorvodno. Na desni strani (levi breg) lahko opazimo gosto obrežno vegetacijo, na levi (desni breg) pa je ta zgolj lokalna. Prav tako je na desnem bregu lepo vidna polica, tj. razširitev prereza za višje pretoke.



Slika 11: Pogled gorvodno od obravnavanega jezu (J. Gombač, 2014)

Na Sliki 12 je ponovno prikazano območje preliva, tokrat s strani. Tu je lepše viden sam preliv in pa izgled kamnito betonskega korita. Nad njim so lepo vidi njive in travniki, kateri so ob visokih vodah poplavljeni.



Slika 12: Pogled obravnavanega jezu s strani (J. Gombač, 2014)

Slika 13 prikazuje zastajanje sedimentov pred pregrado. Kljub temu, da je bila fotografija narejena po obdobju visokih voda, lahko opazimo, da je količina zastalega sedimenta velika.



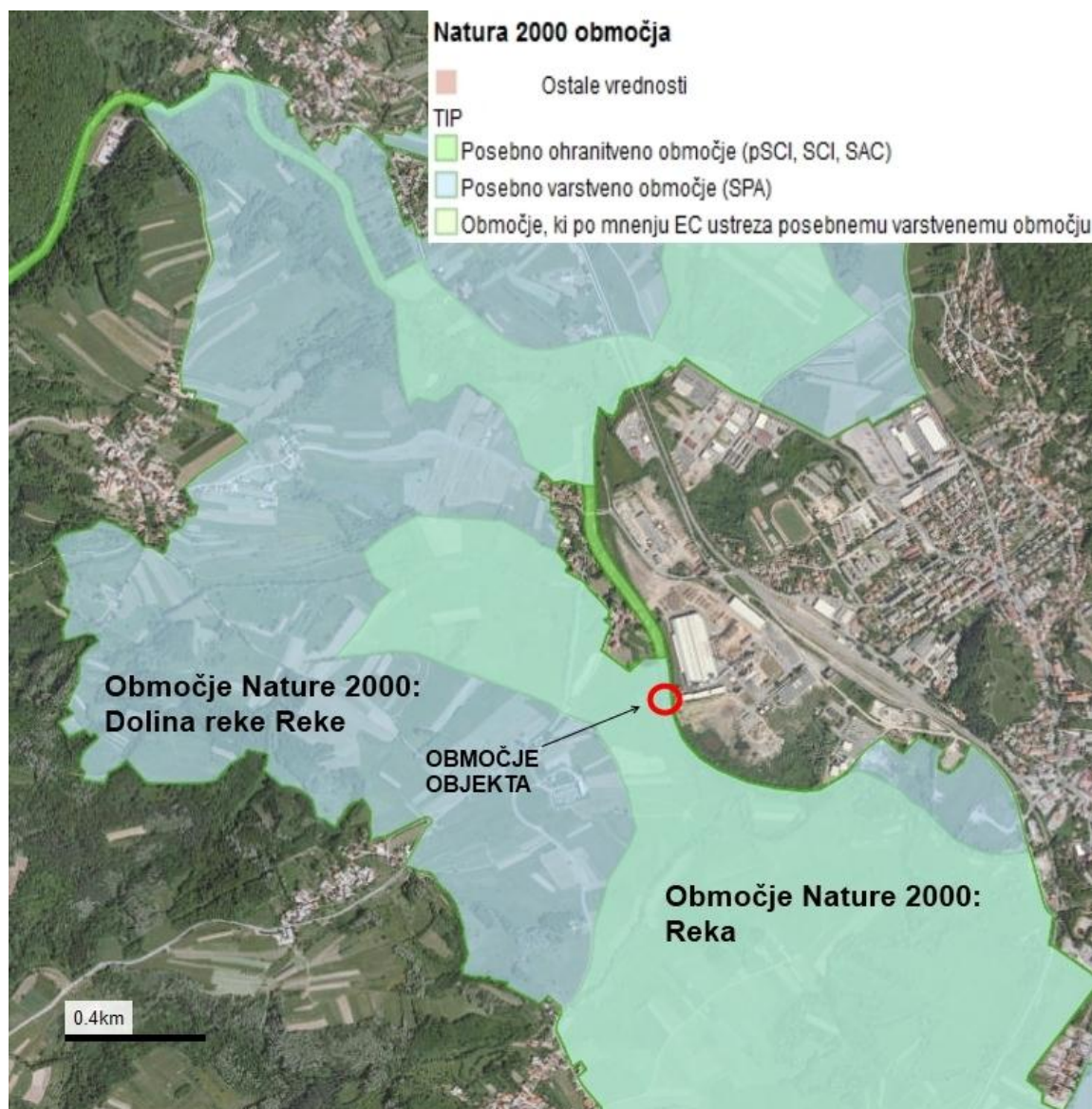
Slika 13: Zastajanje sedimentov pred obravnavanim jezom (J. Gombač, 2014)

3.1.3 Zaščitena območja in naravovarstveni status območij

Obravnavani odsek se nahaja v območjih, ki so zaradi lokacije, svojih značilnosti in prisotnosti organizmov umeščena v posamezna varovana območja. Ta so [36]:

- območje Natura 2000: Reka, dolina reke Reke
- območje Reke kot naravne vrednote
- Reka kot ekološko pomembno območje
- Regijski parka Škocjanske jame kot zavarovano območje

Na Sliki 14 je prikazan obravnavan odsek z označenimi območji Natura 2000. Pri tem lahko opazimo, da odsek spada pod 2 območja Natura 2000: Dolina reke Reke in Reka.



Slika 14: Območja Natura 2000 na obravnavanem odseku (iObčina, 2014)

Pri posegih na ta odsek se je treba držati [36]:

- varstvenih usmeritev na območjih Natura 2000, določenih v Uredbi o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000)
- varstvenih usmeritev in pravil ravnanja na ekološko pomembnih območjih, določenih v Uredbi o ekološko pomembnih območjih
- obveznosti splošnega varstva naravnih vrednot, določenih v Zakon o ohranjanju Narave
- splošnih varstvenih usmeritev za izvajanje posegov in dejavnosti na naravni vrednoti, določenih v Uredbi o zvrsteh naravnih vrednot
- podrobnejših varstvenih usmeritev za naravne vrednote, določenih v Pravilniku o določitvi in varstvu naravnih vrednot

Slika 15 prikazuje naravne vrednote in pa ekološko pomembna območja na obravnavanem odseku. Pri tem opazimo, da del porečja Reke spada pod naravne vrednote državnega pomena, njeni pritoki pa so naravne vrednote lokalnega pomena.



Slika 15: Območja naravnih vrednot in ekološko pomembna območja na obravnavanem odseku (Atlas okolja, 2014)

3.1.4 Stanje habitatnih tipov in živalskih vrst, ki živijo v njih

Na obravnavanem odseku so se skozi čas oblikovali različni habitatni tipi, katere so poselili različni organizmi. Nekateri izmed teh so se pojavil izključno zaradi prisotnosti jezua, medtem ko se je številčnost nekaterih zaradi tega skrčila.

Na obravnavanem odseku so prisotni naslednji habitatni tipi [36]:

- tekoče celinske vode
- stoječe celinske vode
- grmišča
- mokrotna in vlažna travišča
- mezotrofna in evtrofna gojena travišča
- logi in močvirni gozdovi
- travniki
- obdelane površine
- neobdelane površine

V teh habitatih živijo poleg ostalih vrst tudi tiste, za katere je opredeljeno posebno ohranitveno območje. Za območje »Natura 2000: dolina reke Reke« so te vrste sledeče:

- kosec
- rjavi srakoper
- grahasta tukalica

Za območje »Natura 2000: Reka« pa so te vrste:

- primorski koščak (rak)
- pohra (riba)
- grba (riba)
- hribski urh (žaba)
- strašničin mravljiščar (metulj)
- dolgokrili netopir
- dolgonogi netopir
- veliki podkovnjak (netopir)

Primorski koščaki uspevajo v nezamuljenih prodnatih predelih, čistih in hitro tekočih potokih ter manjših rekah jadranskega povodja. Ogrožajo jih predvsem onesnaženje in posegi v vodotoke. Pohra (mrenič) in grba živita v srednjegorskih in nižinskih potokih ter večjih rekah. Drstita se maja in junija, na prodnatem dnu, ogrožata pa jih onesnaženje vode in hidroreregulacije. Le-te preprečujejo migracije in povzročajo izginjanje območij, na katerih se te vrste drstijo [36].

Poleg navedenih vrst pa v reki živijo tudi soška in potočna postrv ter njeni križanci, krapi, ščuke, kleni, rdečeočke, rdečepreke in pa školjke. Sam odsek spada pod salmonidne vode [37].

Trenutno stanje ne omogoča migracij, zato je prišlo do prestrukturiranja vrstnih združb. Močno se je zmanjšal delež avtohtone soške postrvi. Število mreničev (pohra) in grb je

prav tako vpadlo, poleg tega pa se je zaradi preprečene migracije pojavila genetska osamitev. Tako dolvodno kot tudi gorvodno so se v reki namnožile alohtone vrste rib, kot sta klen in ščuka, ki jima počasi tekoča voda ter višje temperature ustrezajo, s svojo prisotnostjo pa izpodrivata domače vrste.

3.1.5 Kemijsko in fizikalno stanje vode

Iz podatkov, ki so zbrani v [38] lahko odčitamo podatke, zabeležene na jezu na koncu obravnavanega odseka (vas Topolec). Opazimo, da ima reka na tem delu v poletnih mesecih zelo visoko temperaturo, nad 17°C, njen pH je nekoliko nad nevtralnim ter znaša 7.8, raztopljenega kisika je le 5.7 mg O₂/l, kar pomeni 62% zasičenost, vrednost BPK₅ pa je 1.3 mg O₂/l. V jesenskih mesecih pade temperatura pod 10°C, v zimskih mesecih pa pod 5°C. Vrednost pH je v hladnejšem delu leta okrog 8, doseže pa tudi 8.3. V primerjavi s hladnejšimi meseci so v toplejših mesecih višje vrednosti [38]:

- amonija (do 7x)
- nitratov (do 10x)
- sulfatov
- kloridov (do 2,5x)
- celotnega fosforja (do 8x)
- ortofosfatov (do 5x)
- natrija (do 2x)

Vrednosti skupnega dušika, amonijaka, sulfatov, kalcija, magnezija in kalija so podobne v mrzlih in toplih delih leta [38]. Podobne vrednosti pa gre pričakovati tudi nad obravnavanim jezum, saj je razdalja samo 2,5 km, vmes pa vodotok ne pridobi skoraj nič pritokov.

V letu 2011 so izvajali meritve, s katerimi so preverjali kemijsko stanje vodotokov. Med drugimi so testirali tudi reko Reko in ugotovili, da ima dobro kemijsko stanje. To pomeni, da nobena povprečna letna vrednost parametra kemijskega stanja, izračunana kot aritmetična srednja vrednost koncentracij, izmerjenih v različnih časovnih obdobjih leta, ne presega »okoljskih standardov kakovosti, ki so določeni kot letna povprečna vrednost parametra kemijskega stanja v vodi, ki zagotavljajo varstvo pred dolgotrajno izpostavljenostjo, in kot največja dovoljena koncentracija parametra kemijskega stanja v vodi, ki preprečujejo akutne posledice onesnaženja« [39, str. 2].

Na podlagi pravilnika Pravilnik in Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib so v letu 2012 izvedli monitoring tudi na reki Reki. Program je bil načrtovan v skladu s Pravilnikom o emisijskem monitoringu kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib. Kakovost salmonidne oz. ciprinidne vode se je ugotavljala na osnovi fizikalnih in kemijskih parametrov, ki imajo določene mejne vrednosti (Preglednica 1) [24].

Kakovost vode za življenje salmonidnih in ciprinidnih vrst je bila podana glede na doseganje mejnih vrednosti. Če te niso bile presežene, je bil odsek ustrezen. V primeru, da je bil presežen samo eden izmed parametrov, pa je bil odsek ocenjen kot neustrezen [24].

Merjeni salmonidni odsek na reki Reki, ki pokriva vodotok od Zabič do Cerkevnikovega mlina, kar obsega tudi obravnavani del, ni ustrezal mejnim vrednostim zaradi prenizke vsebnosti kisika, izmerjenega 2. avgusta 2012. Prav tako so bile zabeležene tudi močno presežene mejne priporočene vrednosti nitritov (priporočena 0,01 mg/L, zabeležena 0,427 mg/L) in amonijaka (priporočena 0,005 mg/L, zabeležena 0,018 mg/L). Vrednosti amonija niso bile zelo visoke, vendar so kljub temu presegale priporočene vrednosti [24].

V primeru spremembe jezov ter pretočnosti in hitrosti vode gorvodno bi se to odrazilo tudi v spremembi fizikalnih in kemijskih lastnosti vode na danem odseku. Tu gre izpostaviti predvsem manjše razlike v spremembi temperature, pH-ja ter manjše količine amonijaka, nitratov, amonija, fosforja itd..

3.1.6 Pretoki in območja poplavne nevarnosti

Reka Reka je kraška ponikalnica, njeno letno nihanje po letnih obdobjih pa je znatno. V obravnavo vzamemo vrednosti na vodomerni postaji Trnovo, ki leži nekoliko dolvodno od obravnavanega jezov, pokrije pa 166,9 km². Vrednost srednjega pretoka (Qs) za obdobje med leti 1952–1966 in 1985–2013 [40] znaša 4,59 m³/s.

Če to primerjamo z največjim letnim pretokom, ki za povratno dobo 2 let znaša 85,2 (Person 3), vidimo, da je razmerje kar 1:19, za povratno dobo 50 let 1:41, za 100-letno povratno dobo pa 1:45 [40]. To lahko razberemo iz Preglednice 2.

Preglednica 2: Povratne dobe reke Reke, merilna postaja Trnovo (2010)

VISOKI PRETOKI						Qvk (m ³ /s) - POVRATNA DOBA (leta)					
šifra	Vodotok Postaja	F (km ²)	Obdobje	Št. let	Porazdelitvena funkcija	2	5	10	20	50	100
9030	Reka Trnovo	166.9	1952-1966, 1985-2010	41	Person 3	85.2	119	141	162	189	208

NIZKI PRETOKI						Qnp (m ³ /s) - POVRATNA DOBA (leta)					
šifra	Vodotok Postaja	F (km ²)	Obdobje	Št. let	Porazdelitvena funkcija	2	5	10	20	50	100
9030	Reka Trnovo	166.9	1952-1966, 1985-2010	41	Person 3	0.393	0.193	0.115	0.063	0.016	0.00

Qvk – letne visokovodne konice

Qnp – najmanjši mali letni srednji dnevni pretoki

Pri primerjavi najmanjših malih letnih srednjih dnevnih pretokov s povprečnim dnevnim pretokom pa opazimo, da so razlike velike tudi v času nizkih vodostajev. Če primerjamo

povprečni dnevni pretok $4,59 \text{ m}^3/\text{s}$ z najmanjšim malim letnim srednjim dnevnim pretokom za povratno dobo 2 let, ki znaša $0,393 \text{ m}^3/\text{s}$, vidimo, da je razmerje 12:1, za povratno dobo 50 let pa kar 286:1. Za 100-letno povratno dobo pa gre vrednost proti neskončnosti, kar pomeni, da se pričakuje, da bo vodotok začasno presahnil (Preglednica 2) [40]. Na danem odseku je bil največji zabeležen pretok $305 \text{ m}^3/\text{s}$, najmanjši pa $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$.

Iz opozorilne karte poplav (Slika 16) lahko razberemo, da pogoste in redke poplave zalijejo predvsem travnike in njive, medtem ko zelo redke oz. katastrofalne lahko močno ogrozijo bližnjo industrijo (tovarno Lesonit), bližnje naselje Rečico in pa most na cesti Ilirska Bistrica–Podgrad.

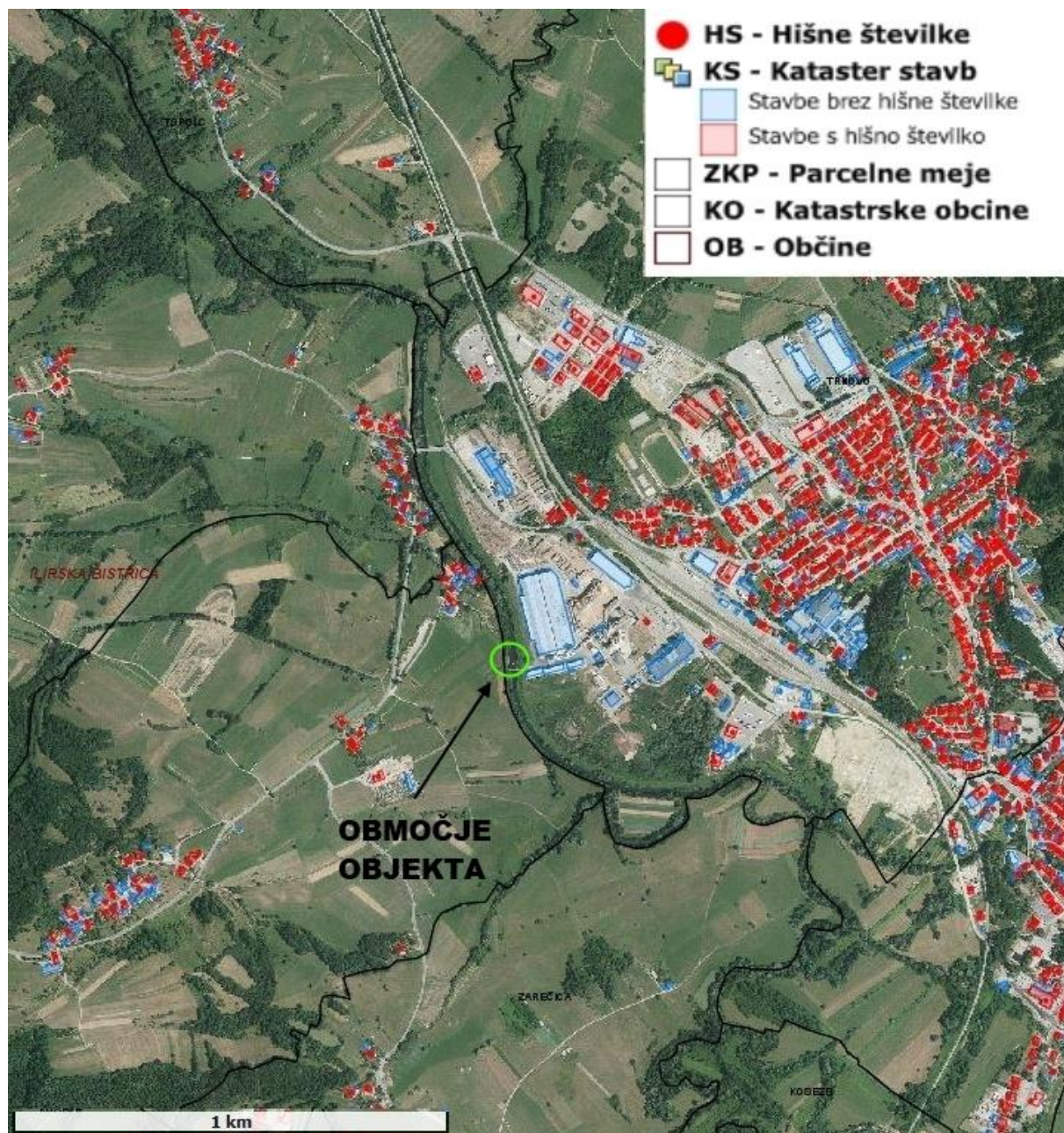


Slika 16: Opozorilne karte poplav za obravnavan odsek (iObčina, 2014)

3.1.7 Pozidava in raba prostora

Kot je razvidno iz Slike 17, je na danem odseku v bližini struge zelo malo stavbnih površin. Teh je največ ob obravnavanem jezui v vasi Rečica. Na nasprotni strani brega pa se nahaja tudi industrijski obrat. Večina naštetih poslopij je v primeru katastrofalnih poplav tudi ogrožena.

Preureditev jezua na danem odseku ne bo imelo vplivov na pozidavo ali rabo prostora.



Slika 17: Bližina stavbnih površin na obravnavanem območju (iObčina, 2014)

4 PREDLAGANI UKREPI IN UPOŠTEVANJE POGOJEV

Pred začetkom vsakega posega, je zelo koristno opredeliti cilje, v katerih so predpostavljene želene spremembe in vplivi. Pri teh je treba paziti, da je količina negativnih čim manjša. Temu se skušamo izogniti z upoštevanjem usmeritev.

Po tem delu sledi opis predlaganih sprememb za posamezna območja preureditev. Izračunom, dimenzioniranju in opisom predvidenih sprememb sledi tudi prikaz v obliki tehničnih risb.

4.1 Cilji, vplivi in usmeritve pri preureditvi jezu

Pri sonaravnem preoblikovanju jezu bo glavni poudarek na vzpostavitvi prehodnosti za rečne organizme na danem odseku. Trenutno stanje ne omogoča migracij, zato je prišlo do prestrukturiranja vrstnih združb. Po preoblikovanju jezu bo tako mogoča migracija za vse vodne organizme (ribe, nevretenčarje, rake itd.), kar bo omogočilo bolj pestro sestavo, pri tem pa se pričakuje, da si bodo domače vrste tudi številčno opomogle.

Eden izmed ciljev na vplivnem odseku (predvsem gorvodno od jezu) je sprememba kemijskega in fizikalnega stanja vode. Na samem vodnem telesu želimo s hitrejšim tokom doseči manjše nihanje temperature čez leto ter nižje povprečne temperature gorvodno od jezu. Z dodajanjem drč oz. povečanim mešanjem vode želimo tej dodati oz. stabilizirati delež kisika. Pri vsem tem pa na danem odseku pričakujemo, zaradi naravne vzpostavitve, stabilizacijo pH-ja, manjše vrednosti amonijaka, nitratov, amonija ter fosforja. Z nižjo izvedbo zoba oz. preliva bi povzročili padec gorvodne gladine, povečan pa bi bil tudi prenos sedimentov, ki je zelo pomemben za oblikovanje rečnega dna in brežin.

Pri preoblikovanju okolice jezu ter vplivnega območja spremembe nivelete dna so glavni cilji naslednji: zagotovljena stabilnost brežin in ohranitev vodne vegetacije. Betonsko korito naj bi bilo prekrito oz. preurejeno ter oblikovano sonaravno, kar bi poleg pozitivnih habitatnih razmer izboljšalo tudi izgled danega odseka. Vse skupaj bi pripeljalo do izboljšanja rečnega habitata in stanja avtohtonih rečnih organizmov. Poleg tega pa lahko dodamo, da bi preoblikovanje jezu doprineslo tudi k večji hitrosti toka ter znižanju visokih voda, če bi razmere na gorvodnem odseku to omogočale (erozija, stabilnost brežin itd.).

Okoliški habitat naj bi ostal ohranjen. Tega se v primeru poškodb zaradi izvajanja gradbenih del, tudi sanira. Manjše vplive se pričakuje na vrstah, ki živijo v bližini reke Reke, prav tako pa tudi na okoliških habitatih, se pravi na travnikih, njivah, grmičevju, neobdelanih površinah.

Preglednica 3: Tabela pozitivnih učinkov med gradnjo (J. Gombač, 2014)

Prizadeta vrsta ali habitatni tip	Omilitveni ukrepi	Izvedljivost ukrepa	Razlaga izogiba škodljivega vpliva ali njegovega zmanjšanja z omilitvenim ukrepom	Ocena ustreznosti in verjetnosti uspešnosti ukrepa
Reka	Minimalne spremembe habitatov ter obnovitev poškodovanih. Preprečitev onesnaženja zaradi dela s stroji. Testiranje ter pravilna odstranitev zastalega sedimenta. Postopna odstranitev jezov. Preprečitev zarasti z invazivnimi vrstami. Delo izven obdobji razmnoževanja živalskih vrst. uporaba že obstoječih poti. Odstranitev odpadnega, odvečnega materiala in rastlinja. Izlov rib na odseku v času del.	3	Nemoteno razmnoževanje in življenje živalskih vrst. Preprečitev: onesnaženja, zarasti s tujerodnimi rastlinami, obremenitev s odplavljenimi sedimenti. Odstranitev odvečnega betona in porezanega rastlinja zaradi izgleda in varnosti. Odlov rib z namenom, da se prepreči pomor le teh.	4
primorski koščak (<i>Austropotamobius pallipes</i>) - rak	Ohranimo hitro tekoče in prodnate predele	5	Ohranjanje življenjskih pogojev in habitatov za obstoj vrste	5
mrenič (<i>Barbus meridionalis</i>), grba (<i>Barbus plebejus</i>) - ribe	Ohranitev in vzpostavitev prodnatega in peščenega dna reke. Del ne izvajamo med majom in junijem. Odlov med deli.	4	Vzpostavitev večjega področja za drst in kot življenjski prostor. Nemotena drst. Preprečite pomora.	5

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 3

dolgonogi netopir (<i>Myotis capaccinii</i>), dolgokrili netopir (<i>Miniopterus schreibersii</i>), veliki podkovnjak (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>) - netopirji	Ohranitev habitatov in obnovitev poškodovanih. Ne vznemirjamo njihovih zavetišč.	5	Vrsta ranljiva zaradi ozkih ekoloških pogojev, zato je ne vznemirjamo in omogočimo nemoten obstoj ter količino žuželk s katerimi se prehranjujejo.	5
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>) - dvoživka	Ohranitev habitatov in obnovitev poškodovanih.	5	Omogočimo nemoten obstoj in razmnoževanje.	5
strašničn mravljiščar (<i>Maculinea teleius</i>) - metulj	Ohranitev habitatov in obnovitev poškodovanih, še posebej mravljišč.	5	Omogočimo nemoten obstoj in razmnoževanje. Mravljišča oz mravlje pa predstavljajo pomemben del njihovega življenjskega kroga	5
Dolina reke Reke	Ohranitev habitatov, uporaba obstoječih poti, dela v času ko niso prisotne ptice selivke. Paziti da se ne povzroča onesnaženja zaradi dela s stroji	4	Nemoteno razmnoževanje in življenje živalskih vrst. Preprečitev: onesnaženja, zarasti s tujerodnimi rastlinami, poškodovanja območja gnezdišč.	4
kosec (<i>Crex crex</i>), rjavi srakoper (<i>Lanius collurio</i>) - ptice	Ohranitev habitatov in obnovitev poškodovanih. Pozornost pri delu okrog grmišč in gnezdišč. Izvajanje del v času zimskih mesecev (do aprila)	4	Nemoteno razmnoževanje in življenje omenjenih vrst. Dela bi bila predvidena v zimskem času, ker so obe vrsti selivke.	5
grahasta tukalica (<i>Porzana porzana</i>) - ptica	Ohranitev plitvih vod z bogato vodno vegetacijo in nivo vode. Pozornost okrog goste vegetacije, ki jo je treba ohraniti ali obnoviti. Dela v času zime, do marca.	4	Dela v času zime ker je ptica selivka. Ohranjanje vegetacije ker ta za dano vrsto predstavlja prostor za življenje in razmnoževanje.	5

Stolpca z naslovom Izvedljivost ukrepa in Ocena ustreznosti in verjetnost uspešnosti ukrepa sta ocenjena z oceno od 1 do 5; pri čemer 1 pomeni najslabšo oceno in najmanj izvedljiv ukrep, 5 pa najlažje izvedljiv in hkrati tudi najbolj ustrezen ukrep [41].

Preglednica 4: Varstveni cilji in dejavniki, ki prispevajo k ohranitvi vrednosti Natura 2000 (J. Gombač, 2014)

Slovensko ime	Znanstveno ime	Cilji	Dejavniki ki prispevajo k ohranitvi vrednosti območja
primorski koščak	<i>Austropotamobius pallipes</i>	Izboljšanje pogojev za migratornost, povečanje deleža prodnega dna, ohranjanje ekoloških značilnosti habitata primorskega koščaka.	Ob upoštevanju ekoloških značilnosti kvalifikacijskih vrst izpostavljam naslednje dejavnike, ki prispevajo k ohranitvi vrednosti območja: <ul style="list-style-type: none"> - prehodnost struge (omogočena migracija za vodne organizme) - sonaravna struktura struge (tolmuni in brzice) in bregov - naraven vodni režim v vodotokih - strukturno in vrstno pestra vegetacija ob bregovih in dolini vodotoka - ohranjanje različnih tipov okoliških habitatov - izvajanje del izven časov drsti in v času, ko ni migratornih ptic
mrenič (pohra)	<i>Barbus meridionalis</i>	Izboljšanje pogojev za migratornost, izboljšanje fizičnih in kemičnih lastnosti vode, ekoloških značilnosti habitata pohre.	
grba	<i>Barbus plebejus</i>	Izboljšanje pogojev za migratornost, izboljšanje fizičnih in kemičnih lastnosti vode, ekoloških značilnosti habitata grbe.	
dolgonogi netopir	<i>Myotis capaccinii</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti habitata dolgonovega netopirja.	
dolgokrili netopir	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti habitata dolgokrilega netopirja	
veliki podkovnjak	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti habitata velikega podkovnjaka	
hribski urh	<i>Bombina variegata</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti kopenskega in vodnega habitata hribskega urha.	
strašničn mravljiščar	<i>Maculinea teleius</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti habitata strašničnega mravljiščarja.	

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 4

kosec	<i>Crex crex</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti habitata kosca.	
rjavi srakoper	<i>Lanius collurio</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti habitata rjavega srakopera.	
grahasta tukalica	<i>Porzana porzana</i>	Ohranjanje ekoloških značilnosti habitata grahaste tukalice.	

4.2 Predlagane spremembe

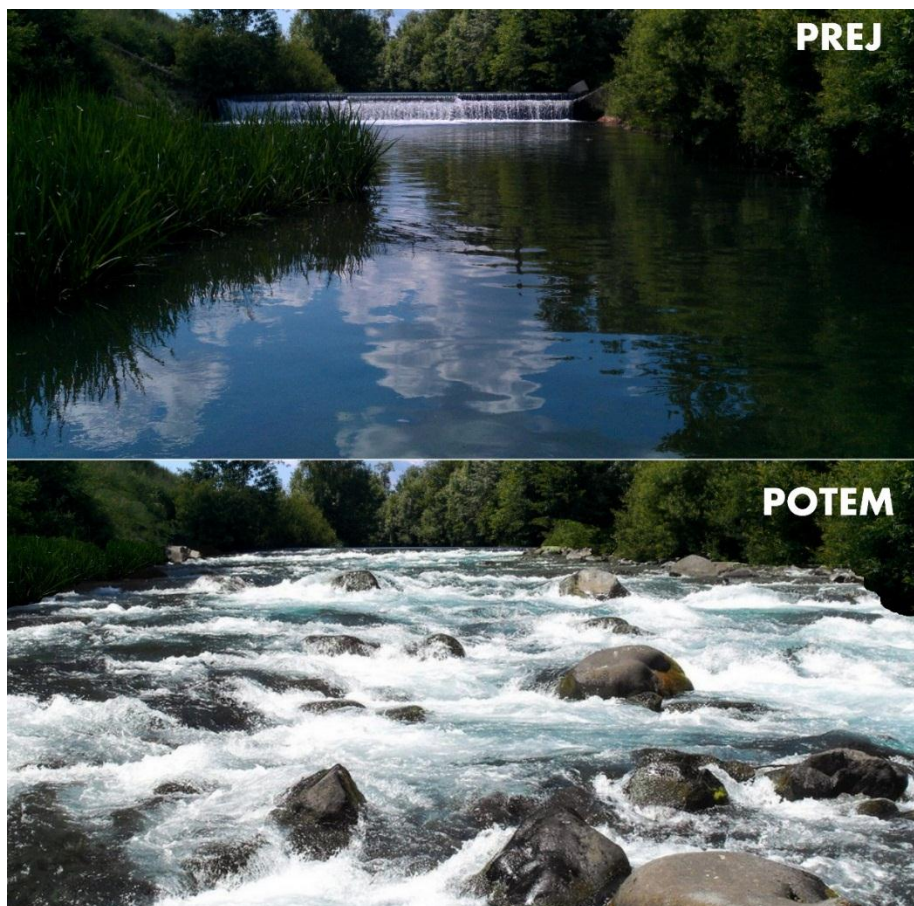
V naslednjem poglavju bodo predstavljene posamezne preureditve in pripadajoči izračuni. Odsek preureditve je ločen na 3 dele: jez, betonsko korito in ureditev bregov gorvodno. Na koncu pa je podan tudi način dela in izvedbe posameznih preureditev.

4.2.1 Ureditev prehodnosti

Dani jez bo sonaravno preurejen. Odstranjen bo zob jezu (krona preliva) ter del jezu. Večina preostalega betonskega dna ter nekaj delov bregov bo ohranjenih zaradi zagotavljanja neprepustnosti in stabilnosti novo nastalih drč oz. pragov ter obrežja. Poskus prikaza trenutnega in novega stanja je viden na Sliki 18.

Novonastali objekt, ki bo prekrival obstoječe betonsko korito in del vodotoka dolvodno, bo sestavljen iz posameznih polic oz. pragov, ki se raztezajo čez celotno strugo s čim manjšim naklonom. Le-te morajo biti modificirane tako, da omogočajo migracijo rib. Podobne zgradbe iz gladkega betona tega ne omogočajo, saj ne nudijo dovolj upora. Sama konstrukcija, sestavljena iz posameznih polic oz. pragov, velja kot zelo dobra zamenjava za vertikalne padce, pri tem pa nudi pomembno ekološko prednost pri vzpostavitvi prehodnosti ter vzpostavitvi naravnega toka v zgornjem delu zaježitve.

Dana konstrukcija bo sestavljena iz 3 nivojev posameznih polic, sestavljenih iz skal, premera med 1 in 1.2 m. Te vrednosti so povzete iz že izvedenega projekta v Nemčiji, in sicer na reki Mangfall na Bavarskem, ki ima podobne pretoke in lastnosti (pretoke ob poplavah), kot so ti na reki Reki. Razmik med pragovi bo 10 m, vzdolžni nagib pa se bo gibal okoli 2%. Posamezne police se zaradi boljše stabilnosti vgrajene tudi do 2.5 m globoko. Vmesni bazeni bodo zapolnjeni z gramozom in rečnimi sedimenti ter prepuščeni naravni dinamiki. To bo, še posebej med poplavami oz. višjimi vodami, omogočilo premeščanje materiala (predvsem drobnega sedimenta). Le-ta pa se bo ob vzpostavitvi običajnih pretokov ponovno akumuliral.



Slika 18: Poskus prikaza prenovljenega stanja (J. Gombač, 2014)

Pri izdelavi oz. dimenzioniranju danih pragov je potrebno upoštevati tudi pogoje, ki omogočajo prehod vodnih organizmov. Med posameznimi stopnicami bo višina spremembe vodne gladine 0.19 m oz. 0.2 m, kar je ravno dovoljena meja za takšne postavitve. Globina vode v posameznih bazenih bo med 0.7 in 0.5 m, kar je nad zahtevano minimalno globino, ki zavzame vrednosti med 0.3 in 0.4 m. Prav tako pa so tudi hitrosti pri projektnih pretokih pod maksimalno mejo 2 m/s (mejne vrednosti so povzete iz [20]).

Za funkcionalnost prehoda oz. pragov je treba le-te dimenzionirati na projektni pretok oz. pretok, ki dopušča migracije. Na podlagi preučenih podatkov, ki so bili pridobljeni med leti 1952 in 1966 ter 1985 in 2013 iz vodomerne postaje Trnovo, je bilo izbrano območje pretokov, ki so v času migracij vodnih organizmov najbolj pogosti ter najbolj primerni. Povprečni srednji pretok je $4.59 \text{ m}^3/\text{s}$, za obratovalni pretok (tj. tisti, kjer je mogoča optimalna migracija) sta bili izbrani meji: minimalni pretok (Q_{\min}) $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ter maksimalni pretok (Q_{\max}) $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Kljub temu pa je potrebno zagotoviti stabilnost zgradbe tudi za pretoke, ki se pojavijo bolj redko in predstavljajo obsežne poplave. Za takšen pretok je bila izbrana 100-letna voda, ki zavzame vrednost $208 \text{ m}^3/\text{s}$. Takšen pretok narekuje velikost skal, iz katerih so sestavljeni pragovi oz. stopnice. Velikost le-teh se giblje med 1 in 1.2 m.

Treba bo zapolniti praznine med posameznimi skalami z drobnimi frakcijami, ki zagotavljajo neprepustnost in omogočajo pretok čez odprtine (mulj, glina, melj). Pod zadnjo polico bo urejen tudi umirjevalni del v dolžini 5 m. Le ta bo izdelal iz kamena večjih dimenzij (premera $d=0.4 \text{ m}$), ki bodo preprečevali erodiranje temeljev pragov. Če

se bo v praksi izkazalo, da so velikosti takšnih kamnov premajhne, se lahko te naknadno nadomesti s kamni oz. skalami večjih dimenzij.

Dimenzioniranje pragov oz. polic vzdolž drče

Veliko vlogo igra potopitveni faktor, ki je razmerje med spremembo višine vode med posameznimi stopnicami in višino vode, ki gre čez odprtino (h/h_{preliva}).

Končno stanje mora izpolnjevati sledeče [vzeto iz 20]:

- hitrost vode pod 2 m/s
- globina vode v bazenih minimalno 0.3 do 0.4 m
- turbulentni pogoji pa narekujejo velikost volumenske disipacije energije (E) med 150 in 200 W/m³
- vzdolžni nagib drče pod 6.7% (1:15)

Podatki, ki so že dani:

- koeficient preliva za kamne z ostrimi robovi $\mu = 0.5$
- $\sqrt{(2g)} = \sqrt{(19.62)}$

Predhodno izbrane vrednosti:

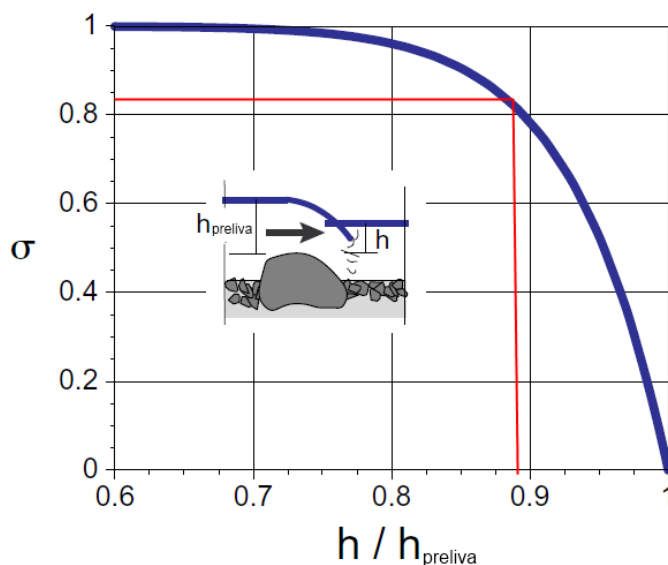
- I (vzdolžen naklon/padec dna kaskadne drče) = 0.0198 \approx 2%
- globina bazena zavzema vrednosti med $h_{\text{baz1}} = 0.5$ in $h_{\text{baz2}} = 0.7$ m
- $Q_{\text{min}} = 1$ m³/s, $Q_{\text{max}} = 10$ m³/s
- sprememba višine vodne gladine na stopnico $\Delta h = 0.198 \approx 0.2$ m
- višina vode, ki gre čez preliv/odprtino $h_{\text{preliva}} = 0.225$ m

Iz enačbe 2.8 določimo dolžino bazena, $l = 10$ m

Maksimalno hitrost določimo iz enačbe 2.6, $v_{\text{max}} = 1.97$ m/s

Faktor potopitve: $h/h_{\text{preliva}} = 0.88$

Iz grafa (Slika 19) lahko odčitamo vrednost redukcijskega faktorja potopljenega toka. Le-ta znaša $\sigma = 0.84$



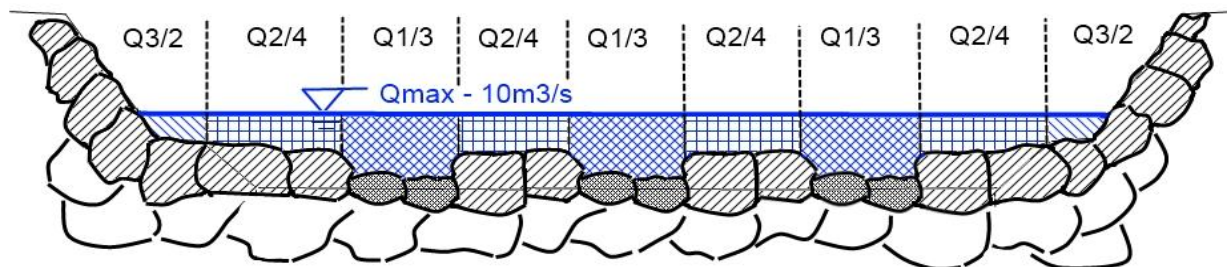
Slika 19: Odčitni faktor σ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002 str: 65)

Iz enačbe 2.5 za pretok $Q_{\min} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ pridobimo dolžino razmikov neoviranega pretoka $\Sigma b_s = 7.6 \text{ m}$, ki jo razdelimo na tri odprtine širine 2.53 m .

Zato, da se v bazenih ne pojavi prekomerna turbulenca, mora biti širina dna struge vsaj $2.5\times$ večja kot širina razmikov na pragu. Iz enačbe 2.10 dobimo širino dna struge $b = 18.9 \text{ m}$.

Celotno širino struge (b_{celotna}) z naklonom brežin $1:2$, pa dobimo iz enačbe 2.11, $b_{\text{celotna}} = 21.7 \text{ m}$.

Za pretok $Q_{\max} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ so potrebni poskusi (interacijski izračuni), saj zaradi različnih oblik prelivnega profila ni mogoče to izračunati direktno. Po nekaj poskusih in dodatku 0.5 m dolge police na vsaki strani brežine, lahko s kombinacijo 3 posamičnih enačb 2.2 za Q_1 , Q_2 in Q_3 (Slika 20) določimo h_1 , ki nam pove zvišanje višine vode ob pretoku $Q_{\max} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$. Le-ta znaša 0.365 m .



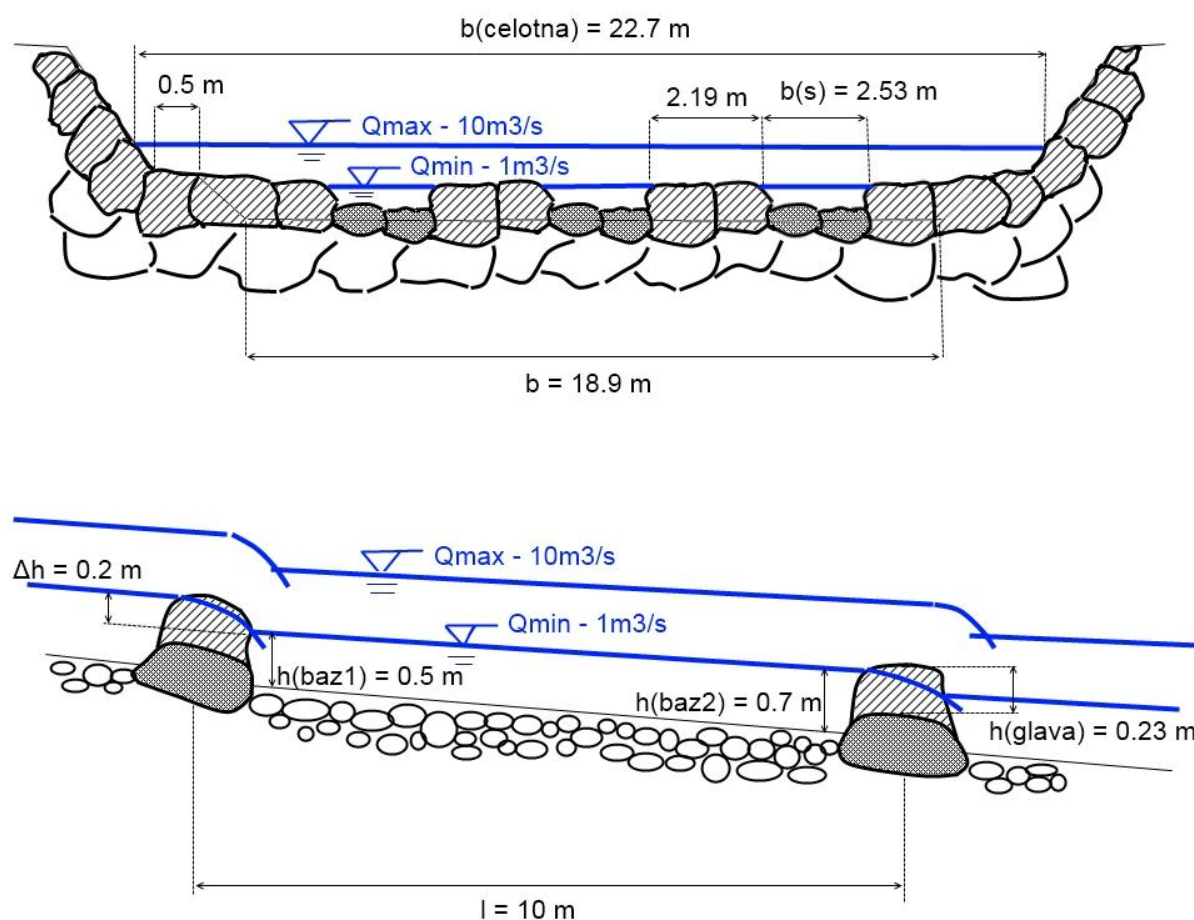
Slika 20: Razdelitev pretokov Q_1 , Q_2 , Q_3 (J. Gombač, 2014)

Preveriti je treba tudi hitrosti vode v bazenih pri obeh pretokih. To storimo z enačbo 2.9. Za Q_{\min} je $v_{\min} = 0.083 \text{ m/s}$, za Q_{\max} pa $v_{\max} = 0.49 \text{ m/s}$.

Površino A dobimo s seštevkem površin prereza vode sredi bazena. Za Q_{\min} ta znaša 12.05 m^2 , za Q_{\max} pa 20.32 m^2 .

Kot zadnje je treba preveriti še E - velikost volumenske disipacije energije, ki mora zavzemati vrednosti okrog 150 do 200 W/m^3 . To izračunamo s pomočjo enačbe 2.7 in dobimo $E = 197.95 \text{ W/m}^3$, kar pomeni, da je vrednost znotraj meja. Kot zadnje iz enačbe 2.12 izračunamo še neovirano dolžino bazenov $l_w = 8.9 \text{ m}$.

Vse skupaj je shematično prikazano na Sliki 21. Na njej lahko vidimo kako naj bi izgledal posamezen prag z vmesnimi odprtinami za pretoke Q_{\min} in pa bazen med dvema pragoma.



Slika 21: Prikaz prečnega pogleda na prag in vzdolžnega prereza območja med dvema pragoma (J. Gombač, 2014)

Dolžina konstrukcije bo 21 m, pri tem pa bo treba urediti še dodatno dolžina struge. Pred prvo drčo bo v dolžini 5 m urejena razširitev struge iz 15 na 22.7 m. Po zadnji drči pa sledi 5m dolg odsek, nasutje iz večjih kamnov, ki bo služil kot varovanje proti spodjedanju in eroziji. Temu delu bo sledil še 10 m dolg odsek v katerem se bo reka vrnila na prvotno širino. Nagib brežin bo 1:2, do višine obstoječe brežin, kjer bo naklon ostal isti kot pri obstoječi brežini (1:3). Brežina bo utrejena s skalometom (skale bodo istih dimenzij kot skale iz katerih bodo sestavljeni pragovi), s poglobljenimi režami, ki bodo zapolnjene z izkopanimi zemljinami in vrbovimi potaknjenci.

Tak način predelave se je izkazal za najbolj primerne v primerih, kjer hočemo ponovno vzpostaviti prehodnost za rečne organizme, obstoječa konstrukcija pa ne more biti

popolnoma odstranjena. Uporaba betona je v takšnih primerih minimalna, glavni material pa so grobo klesane skale, gramoz, rečni substrat in okoliški material. Prav tako je minimalno tudi vzdrževanje, ki zahteva občasno odstranjevanje naplavin ter pregled poškodb po večjih poplavih. Vse to skupaj pripelje do nizkih stroškov tako gradnje kot tudi vzdrževanja.

Celotno situacijo je mogoče videti v Prilogi 3. V prilogi 4 sta prikazana prvi in zadnji prag, v Prilogi 5 pa vzdolžni prerez nove konstrukcije. Dimenzioniranje je bilo izvedeno na podlagi [20]

Novo nastala konstrukcija mora zagotavljati funkcionalnost ribjega prehoda, pri tem pa ne sme poslabšati razmer v času visokih voda. Za dokaz, da ni poslabšanja razmer so opravljeni izračuni s programom Hec Ras 4.0, v katerem je bil prikazan vpliv predvidene preureditve jezua, na obseg in višino pretokov ob stoletni vodi ($Q_{100} = 208 \text{ m}^3/\text{s}$). Za primerjavo je bilo vzeto obstoječe stanje pri enakem pretoku. Program Hec-Ras je bil opisan že v številnih delih [43]. Rezultati so v grafični obliki prikazani v Prilogi 07.

4.2.2 Sonaravna preureditev betonskega korita

Preostali del betonskega korita, ki ne bo ležal pod skalami, bo zasut ali odstranjen in urejen na podoben način, kot so bregovi urejeni dolvodno. Torej s kombinacijo kamenja in skal ter vrbovih potaknjencev. Za stabilnost le-teh bodo v podlago zabiti posamezni leseni tramovi (oblice), ki bodo služili kot dodatna opora. Za povezovanje in večjo stabilnost ter estetiko oklice pa bodo, ko se le-ti zarastejo, skrbeli vrbovi potaknjenci ter lokalno rastlinstvo (predvsem grmičevje), s katerim se bo poleg zemlje zapolnilo reže med skalami in kamenjem. Nagib bo izveden v naklonu 1:2 do višine obstoječe brežine, kjer bo naklon izveden v istem razmerju 1:3, kot je to dolvodno. Preureditev bregov je prikazan v Prilogi 6.

4.2.3 Ureditev bregov gorvodno ter zagotavljanje stabilnosti

Novonastala drča ter odstranitve zoba jezua bosta imela za posledico vpad gorvodne gladine vode za približno 0.6–0.7 m, kar ima lahko za posledico erozijo brežin. To je še posebej nevarno za neobrasle brežine brez kamnite osnove. Kot posledica tega pa se lahko pojavi zdrs brežine in nadaljnje zajedanje bregov ter prevelik prenos sedimentov. Zato bi lahko bilo na območju bregov, kjer bo prišlo do znižanja vodne gladine, tam pa ni prisotno gosto rastlinje ali kamnita brežina, ki podpira bregove, predvideno kamnito zavarovanje brežin, v kombinaciji z vrbovimi potaknjenci, ki bodo vstavljeni v reže. Dimenzije grobo-klesanih skal bodo med 0.7 in 1.2 m, same zložbe pa bodo izdelane s poglobljenimi fugami, globine okrog 0.4 m, kar bo omogočilo, da se le-te zapolnijo z materialom drobne frakcije, pozneje pa tudi zarastejo. Takšna groba konstrukcija bo nudila odlična skrivališča za vodne organizme, kakor tudi zarast z vegetacijo. Pri tem se bi uporabilo tudi vrbove potaknjence, ki se jih skupaj z odstranjenim materialom vstavi v skalne razpoke. Le-ti bodo ob zarasti nudili oporo za brežino in senco nad vodotokom.

Preostale dele brežin se uredi tako, da se uporabi izkopan material. Obstoječe rastlinstvo, ki ne ovira gradnje, se ohrani, tisto, ki delno moti, pa se samo poreže, kar omogoči ponovno zarast po končanih delih. Ostalo rastlinstvo, ki je v napoto, se odstrani. Pri ponovni zasaditvi se uporabi avtohtone drevesne, grmovne ter travne vrste. Za izdelavo zavarovanja bo treba izdelati transportne poti. Po končanih delih se le-te odstrani ter vzpostavi prvotno stanje. Dolžina zavarovanja bo določena, glede na novo stanje, ki se bo pojavilo po znižanju gladine. Pričakovana dolžina je okrog 200 m. Ureditev je prikazana v Prilogi 6.

Znižanje zoba jezua bo imelo vpliv tudi na visoke vode (povečanje pretočnih lastnosti in s tem strižnih napetosti), kar lahko poslabša stanje (erozija bregov in dna, zdrsi brežin). Da bo preprečen gorvodni vpliv bosta postavljena dva talna praga, katera bosta znižala hitrosti toka in posledično zmanjšala strižne napetosti na brežino ter dno. Praga bosta sestavljena iz lesenih kolov, ki bodo zabiti v brežine in dno vodotoka, globine od 1 do 1.5 m. Praga bosta visoka 0.6 m, na izmeničnih straneh pa bosta imela znižanje prelivnega roba v višini 0.2 m in dolžini 2 m. Le te bodo omogočale prehod organizmov tudi času nizkih voda, s premikom v prečni smeri pa poskrbimo za vijuganje matice toka oz. za območje z različnimi globinami. Primer takšnega praga je prikazan v Prilogi 08

4.2.4 Ureditev okolice jezua zaradi izdelave poti za stroje

Med izdelavo pragov in ureditvijo bregov bo treba izdelati tudi poti za stroje. Te bodo izvedene v takšni meri, da se s tem čim manj škoduje lastnikom in okoliškemu habitatom. Pri tem bodo uporabljene že obstoječe poti, ki jih kmetje uporabljajo za njihovo mehanizacijo.

Po končanih delih bo okolica in poti vrnjene v prejšnje stanje. Odstranjeno vegetacijo se bo nadomestilo z avtohtonimi drevesnimi in grmovnimi vrstami. Za zasaditev trav bodo uporabljena semena iz okoliških travnikov.

4.3 Delo, izvedba in pristop

Dostopnost za stroje in mehanizacijo je mogoča iz obeh strani jezua, nekoliko oteženo pa bo delo iz desnega brega gorvodno zaradi prisotnosti industrijskega obrata in naklona ter iz levega, zaradi prisotnosti njiv. Gorvodno od jezua je dostopnost iz obeh strani otežena tudi zaradi goste vegetacije (predvsem drevesne). Le to bo treba do neke mere odstraniti, tako da se oblikuje delovni prostor, ter utrditev bregov. Večja drevesa bodo ohranjena.

Odstranjevanje zoba jezua bo potekalo iz ene strani postopno proti drugi (najboljše iz desne proti levi). Med tem se lahko izvaja tudi odstranjevanje betonskega korita. Odstranjen material se lahko uporabi za temelje pragov ali zapolnitev prostora med posameznimi policami. Le te bodo sestavljene iz grobo klesanih skal in kamenja, ki bodo pripeljani iz bližjega kamnoloma. Podobno bodo urejeni tudi bregovi ob jezua.

Pragove bodo sestavljale tri posamezne police zgrajene iz skal z globokimi temelji. Točna lokacija postavitve ni nujna. Večji poudarek je potreben pri oblikah in velikostih prelivov oz. odprtini. Te morajo slediti izračunom ter tehničnim skicam.

Med odstranjevanjem zoba, bo pričela padati vodna gladina, kar pomeni da lahko dela potekajo tudi na bregovih gorvodno, ki bodo urejeni iz izkopanega materiala in skal. Pri tem je treba paziti, da bodo obloge brežine s kamni ustrezno podprte v petnem delu.

Po končani postavitvi skal ter kamenja, se nadaljuje urejanje bregov. Odprtine se bo zapolnilo z vrbovimi potaknjenci in drobnim sedimentom. Pri pragovih bo treba zapolniti odprtine med posameznimi skalami z drobnejšimi frakcijami, ki bodo povečale neprepustnost ter tako omogočale izračunan pretok. Po končanih deli bo treba ponovno urediti okolico reke Reke, ki je bila degradirana zaradi del.

Hidravlično dimenzioniranje takšnih konstrukcij, mora biti vedno vzeto kot predhodna ocena. Razlog za to leži prvič v: raznolikosti uporabljenega materiala (skale, kamenje, prod itd.), pogoji toka, itd., drugič pa zato, ker do sedaj ni bilo zbranih dovolj študij in rezultatov le-teh. Posledica tega so nekatere negotovosti pri izbiri koeficientov, ki so uporabljeni v formulah. Vseeno pa so za dimenzioniranje potrebni preračuni, ki nam dajo oceno: velikosti skal, hitrosti ter obsega pretoka v območju prelivov. Zaradi nepredvidljivosti so vedno potrebni testi, v katerih so opazovane mejne vrednosti in pravilno funkcioniranje obratovalnih pogojev, kot so hitrost toka in globine vode v območju prelivov in bazenov. Opazovanje in popravki pa naj bi bili izvedeni tudi v času obratovanja [20]. Prav tako pa naj bi bili konstrukcija pregledana tudi po večji poplavi (Q100 in višje).

5 ZAKLJUČEK

Največji problem, ki ga povzročajo manjši, neprehodni (s tem mislim brez pravilno izvedene ribje steze) jezovi, je fragmentacija ekosistemov in onemogočena migracija vodnih organizmov. V Sloveniji ta problem močno vpliva predvsem na ribje vrste, pri katerih je opažena močna stagnacija in zmanjšana drst. Pri tem pa se močno spremenijo tudi habitati.

V diplomski nalogi je predstavljena sonaravna preureditev enega izmed takšnih jezov. Pri tem je prikazano, da izvedba takšnega posega ni zahtevna in je mogoča tudi na vodotokih hudourniškega in kraškega značaja. Dan primer prikazuje najbolj obsežno preureditev, ki zavzame celotno dolžino jezu. Podobne uporabe pa so možne tudi z delno odstranitvijo oz. preureditvijo.

Največji problem zaradi padca gladine se pojavi pri zagotavljanju stabilnosti brežin gorvodno od jezu. V primeru napačne izvedbe, se lahko to odraža v močni eroziji ter poružitvi bregov. Prav tako pa je pomembno, da se pri novo nastalih konstrukcijah zagotovi prehodnost za različne pretoke, ter stabilnost v času poplav. Pri tem je treba poudariti, da je vsak jez drugačen, kar pomeni, da je treba vsak primer preureditve posebej preučiti in ustrezno izpeljati. Pri tem pa so nam v pomoč že izvedeni posegi (predvsem v tujini).

Podatki ter način predelave so bili vzeti iz že uveljavljene prakse v tujine, ki strmi k sonaravni preureditvi vseh vodotokov, ki so bili zaradi človeških posegov degradirani. Ta praksa bi se morala uveljaviti tudi na slovenskem območju, saj je število jezov, ki so neprehodni za organizme, ogromno. Le ti povzročajo velike spremembe v prisotnosti in deležu vodnih organizmov ter lastnostih rečnih sistemov. Če je takšnih jezov več, kot je to na primeru reke Reke, so vplivi še močnejši. V primeru, da takšne preureditve ne bodo postale praksa, se lahko to odrazi v nepopravljivih spremembah v rečnih habitatih in ribjih združbah. S takšnimi preureditvami bi bilo treba pričeti čim prej. Hkrati bi bil potreben strožji nadzor nad stanjem ribjih prehodov na posameznih jezov ter ustrezno sankcioniranje lastnikov le teh. V primeru, da je jez v občinski (državni) lasti, pa bi morala občina (država) poskrbeti za preureditev oz. odstranitev le teh. V primeru, da za takšne posege ne obstajajo proračunska sredstva, bi apeliral na razna društva in podjetja, ki se ukvarjajo s posegi v vodotoke. Le ti bi lahko takšne posege financirali iz evropskih sredstev, namenjenih za ohranjanje okolja in narave (npr. projekt LIFE). Pri izdelavi takšnih projektov bi zelo koristila pomoč tujih strokovnjakov, z izkušnjami katerih bi lahko dane posege lažje uporabili v dane situacije.

Po izvedbi takšne preureditve bi zaznali ogromno pozitivnih posledic v samem habitatu kot tudi stanju organizmov, ki so na takšne habitate vezani. Reke oz. njihovi odseki bi se lahko ponovno približali prejšnjemu stanju. To bi seveda vplivalo tudi na obstoječe stanje v habitatu, predvsem na nedomorodne in invazivne vrste, katerih število bi zaradi spremenjenih lastnosti zagotovo upadlo, kar pa bi omogočilo ponovno uspevanje domorodnih vrst. Ob pravilni izvedbi takšnih posegov, ki bi za seboj pustili čim manj negativnih posledic (erozija), bi spremenili tudi podobo okolja, saj takšne konstrukciji ne izstopajo iz okolja, ampak se vanj vključujejo.

VIRI

- [1] Small dams harm environment more than bigger dams?. 2013.
http://articles.economictimes.indiatimes.com/2013-05-31/news/39656123_1_dams-nu-river-hydropower (Pridobljeno 22. 4. 2014.)
- [2] Dam Effects on Rivers. 2014.
<http://www.americanrivers.org/initiatives/dams/why-remove/> (Pridobljeno 23. 4. 2014.)
- [3] Dam problems - Environmental impacts. 2014.
http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/water/dams_initiative/problems/environmental/
(Pridobljeno 20. 4. 2014.)
- [4] Sherman, M. 2013. Masters project. Potential impacts of small dam removal on fish and mussel communities in North Carolina: p. 6-12.
http://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/6918/ShermanMS_MP.pdf?sequence=1
(Pridobljeno 30. 4. 2014.)
- [5] Environmental impacts. 2014.
<http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/arch374/winter2001/dbiggs/enviro.html> (Pridobljeno 19. 4. 2014.)
- [6] Environmental Impacts of Dams. 2014.
<http://www.internationalrivers.org/environmental-impacts-of-dams> (Pridobljeno 19. 4. 2014.)
- [7] Environmental impact of reservoirs. 2014.
http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_reservoirs (Pridobljeno 20. 4. 2014.)
- [8] Juran, V., Naglič, M. 2008. Pregradni objekti na porečju reke Sore - vpliv na migracijo rib in ekološko sprejemljiv pretok. Varstvo narave letnik 21 (2008): p. 105-122.
<http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-JN8C7GP5> (Pridobljeno 25. 4. 2014.)
- [9] Brown, R., Pizzuto, J., Skalak, K., Johnson, T., Carr, J., Velinsky, D., Kury, P., Saxe, N., Bickley, Q., Jarusewic, L., Charles, D., Winter, D., Hagan, E., Schadler, M., Marr, L., Potapova, M., Nightengale, T., Horwitz, R., Kindt, A., O'Donnell, K., Overbeck, P., Collins, J., Hertler, H., Thomas, R., Wilhelm, M. 2014. Ecological Effects of Small Dams
<http://www.ansp.org/research/environmental-research/projects/small-dams/> (Pridobljeno 27. 4. 2014.)
- [10] Mlini na reki Vipavi in njenih pritokih. 2008.
<http://www.kamra.si/Default.aspx?module=5&id=388> (Pridobljeno 26. 5. 2014.)
- [11] Kranjc, A., Mihavec, A. 1988. Poplavni svet ob Notranjski reki. Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Inštitut za raziskovanje krasa.
http://giam.zrc-sazu.si/zbornik/GZ_2801_193-218.pdf (Pridobljeno 26. 5. 2014.)
- [12] McClain, S., Lindloff, S., Baer, K. 2014. Dam Removal and Historic Preservation. American rivers: p. 10-24
http://www.americanrivers.org/assets/pdfs/dam-removal-docs/Dam_Removal_and_Historic_Preservation3eb.pdf?422fcb (Pridobljeno 4. 5. 2014.)

- [13] Hayes, D., Dood, H., Lessard, J. 2006. Effects of Small Dams on Cold Water Stream Fish Communities. American Fisheries Society Symposium, 2006.
<https://www.msu.edu/~hayesdan/PDF/World%20Fisheries%20Congress%20Hayes%20et%20al.pdf>
(Pridobljeno 27. 4. 2014.)
- [14] Larinier, M. 2000. Dams and Fish Migration. Institut de Mecanique des Fluides, Toulouse, France.
http://www.friendsofmerrymeetingbay.org/Cybrary/pages/20000630_Dams.org_DamsandFishMigration.pdf (Pridobljeno 25. 4. 2014.)
- [15] Mlinar, A. 2012. Okoljska problematika malih hidroelektrarn v Sloveniji. Diplomsko delo. Velenje, Visoka šola za varstvo okolja (samozaložba A. Mlinar): p. 27-37, 65-67.
- [16] Better habitats mean better fishing. Fisheries habitat improvement. Environment Agency. 2014.
http://therrc.co.uk/MOT/References/EA_Fisheries_habitat_improvement.pdf (Pridobljeno 17. 4. 2014.)
- [17] TAHMİSCİOĞLU Sait, M., Anul, N., EKMEKÇİ, F., DURMUŞ, N. 2011. Positive and negative impacts of dams on the environment.
<http://www.creditvalleyca.ca/wp-content/uploads/2011/02/60.pdf> (Pridobljeno 19. 4. 2014.)
- [18] Woefle-Erskine, C. Dams and Dam Removal. 2014.
<http://www.greywateraction.org/content/dams-and-dam-removal> (Pridobljeno 25. 4. 2014)
- [19] Zakon o sladkovodnem ribištvu. Uradni list RS št. 61-2568/2006: 6613.
- [20] Fish passes – Design, dimensions and monitoring. 2002. Rome. in arrangement with Deutscher Verband fur Wasserwirtschaft and Kulturbau e.V. Food and Agriculture Organization of the United Nations (DVMK): p 31-68
- [21] Tomšič, D. 2014. Vprašanja v zvezi z diplomsko nalogo (elektronska pošta). Sporočilo posalno k: Tomšič, D., generalna konservatorica ZVKDS SKD. 23.4.2014. Osebna komunikacija
- [22] UREDBA o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uradni list RS št. 49/2004: 6409-6477.
- [23] Zakon o vodah. Uradni list RS št. 67-3237/2002: 7648.
- [24] Zakon o varstvu okolja. Uradni list RS št. 41-1694/2004: 4818.
- [25] Zakon o ohranjanju narave. Uradni list RS št. 56-2655/1999: 7146.
- [26] Sodja, E., Krsnik, P. 2012. Kakovost voda za življenje sladkovodnih vrst rib v Sloveniji v letu 2012. Ministerstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO: p. 1-14, 21.
- [27] Gradbena dokumentacija – Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja. 2004.
<http://www.gradim.si/od-ideje-do-gradnje/gradbena-dokumentacija/projekt-za-pridobitev-gradbenega-dovoljenja.html> (Pridobljeno 10. 6. 2014.)
- [28] Izdaja gradbenega dovoljenja. 2012.
<http://e-uprava.gov.si/e-uprava/dogodkiPrebivalci.euprava?zdid=913&sid=865> (Pridobljeno 15. 6. 2014.)

- [29] Projekt za izvedbo (PZI) – Projektna dokumentacija. 2014.
<http://www.enplan.si/projektna-dokumentacija-vse-na-enem-mestu/projekt-za-izvedbo.html>
(Pridobljeno 5. 6. 2014.)
- [30] Naravarstveni pogoji in naravovarstveno soglasje. 2014.
<http://www.arso.gov.si/narava/obrazci/Na%20kratko%20o%20NP%20&%20NS%20-%20maj%2013.pdf> (Pridobljeno 6. 6. 2014.)
- [31] Kranjc, S. 2008. Vodna dovoljenja in soglasja.
http://www.e-net-okolje.si/eno/GVVO_Kranjc_Vodna%20dovolj%20&%20sogl.pdf (Pridobljeno 6. 6. 2014.)
- [32] Gradbeni posegi. 2014.
<http://www.zzrs.si/gradbeni-posegi.html> (Pridobljeno 7. 6. 2014.)
- [33] Reka (reka). 2013.
http://sl.wikipedia.org/wiki/Reka_%28reka%29 (Pridobljeno 12. 5. 2014.)
- [34] Peric, B. Reka. 2014.
<http://www.dedi.si/dediscina/143-reka> (Pridobljeno 12. 5. 2014.)
- [35] Opis porečja. 2014.
http://ksh.fgg.uni-lj.si/RekaSLO/EPRR_opisporecja.htm (Pridobljeno 12. 5. 2014.)
- [36] Naravovarstveni atlas. 2014.
<http://www.naravovarstveni-atlas.si/nvajavni/> (Pridobljeno 13. 5. 2014.)
- [37] Atlas okolja. 2014
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 13. 5. 2014.)
- [38] Podatki reke 2010. ARSO: p. 412-414
- [39] Cvitanič, I., Jesenovec, B., Kuhar, U., Rotar, B., Sever, M. 2011. Ocena stanja rek v Sloveniji v letu 2011. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO: p. 1-18.
- [40] Povratne dobe velikih in malih pretokov za merilna mesta državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda. 2013. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO: p 21, 33
- [41] Pobiljšaj, K. 2013. presoja sprejemljivosti vplivov gradnje prenosnega plinovoda M3/1 kalce-Ajdovščina na varovana (Natura 200 in zavarovana) območja. Center za kartografijo favne in flore: 92
- [42] iObčina. 2014.
<http://gis.iobcina.si/gisapp/Default.aspx?a=IlirskaBistrica> (Pridobljeno 15. 6. 2014.)
- [43] Kramberger, E. 2007. Hidravlični model Savinje pri Latkovi vasi. Diplomsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba E. Kramberger): p. 21-22.

Ostali viri

Strassberger, S. 2009. Sonaravno urejanje voda v načrtovanju podeželskega prostora. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodzijo (samozaložba S. Strassberger)

Repnik Mah, P., Marovt, L. 2013. Sonaravno urejanje površinskih voda. IzVRS.
<http://www.izvrs.si/wp-content/uploads/2013/10/ZLO%C5%BDENKA.pdf> (Pridobljeno 17. 4. 2014.)

Repnik Mah, P., Marovt, L. 2013. Primeri sonaravnega urejanja površinskih voda. Inštitut za vode Republike Slovenije. Ljubljana.

Primeri sonaravnega urejanja voda. 2013. Inštitut za vode Republike Slovenije.
<http://www.izvrs.si/wp-content/uploads/2013/10/PRIMERI-SONARAVNIH-UREDITEV.pdf>
(Pridobljeno 17. 4. 2014.)

Dams and Rivers: Human and Ecological Consequences. University of Michigan. 2014.
<http://www.globalchange.umich.edu/globalchange2/current/lectures/dams/dams.html> (Pridobljeno 20. 4. 2014.)

The Ecology of Dams. 2014.
<http://chamisa.freeshell.org/dam.htm> (Pridobljeno 25. 4. 2014.)

Rivers and Lakes. Reducing the Ecological Impact of Dams. 2014.
<http://www.nature.org/ourinitiatives/habitats/riverslakes/reducing-the-ecological-impact-of-dams.xml#sthash.eW7jp8fo.dpuf> (Pridobljeno 26. 4. 2014.)

Rusja, S., Fazaric, R., Mikoš, M. 2003. Možnost za revitalizacijo urbanih vodotokov na primeru Glinščice v Ljubljani. Acta hydrotechnica 21/34: 1–22.

Bioengineered designs. 2014.
http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.thamesweb.com%2Fcomponent%2Fdocman%2Fdoc_download%2F38-bioengineered-designs%3FItemid%3D61&ei=mGe6U87nJ4q_ygOu_4LABQ&usg=AFQjCNEEd9XrtW-AIPz6jjFoGnXB-lX4qQ&sig2=GtS7cPGhWhZR32AhtQCG4g&bvm=bv.70138588,d.bGQ
(Pridobljeno 18. 4. 2014.)

Design considerations. 2014.
http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.thamesweb.com%2Fcomponent%2Fdocman%2Fdoc_download%2F39-design-considerations%3FItemid%3D61&ei=WWe6U6ieMIq9ygP81IKoBQ&usg=AFQjCNH2D-kulFGJ3pCC5Jq0p1ITn3yWag&sig2=jIVla-bNs26SJ11AUiTMGg&bvm=bv.70138588,d.bGQ
(Pridobljeno 19. 4. 2014.)

Fluvial Geomorphology of Salmon Rivers. Environment Agency. 2014
http://therrc.co.uk/MOT/References/EA_Fluvial_geomorphology_of_salmon_rivers.pdf (Pridobljeno 19. 4. 2014.)

Bazilija, B. 2011. Projekt organizacije renaturacije mrtvice na Vipavi pri Renčah. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodzijo (samozaložba Bojan Bazilija)

The manual of river restoration techniques. 2014.

http://therrc.co.uk/MOT/MOT_Introduction.pdf (Pridobljeno 17. 4. 2014.)

Ciuha, D., Močnik, I., Goršak, D., Brenčič, M. Ureditveni ukrepi v Krki za varstvo narave in za znižanje poplavnih vod Krke in Save v Kraški vasi in Velikih malencah: p. 182-191

<http://mvd20.com/LETO2012/R22.pdf> (pridobljeno 15. 5. 2014.)

Zakon o varstvu kulturne dediščine. Uradni list RS št. 16-485/2008-4: 1121

Matjaž, M., 2007. Urejanje vodotokov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodzijo, Katedra za splošno hidrotehniko: p. 69-72, 190-200

Fish passes – Design, dimensions and monitoring. 2002. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations in arrangement with Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVMK): p 1-30, 103-108

Priloge:

Priloga 01: Obstoječe stanje - situacija

Priloga 02: Obstoječe stanje

Priloga 03: Nova situacija

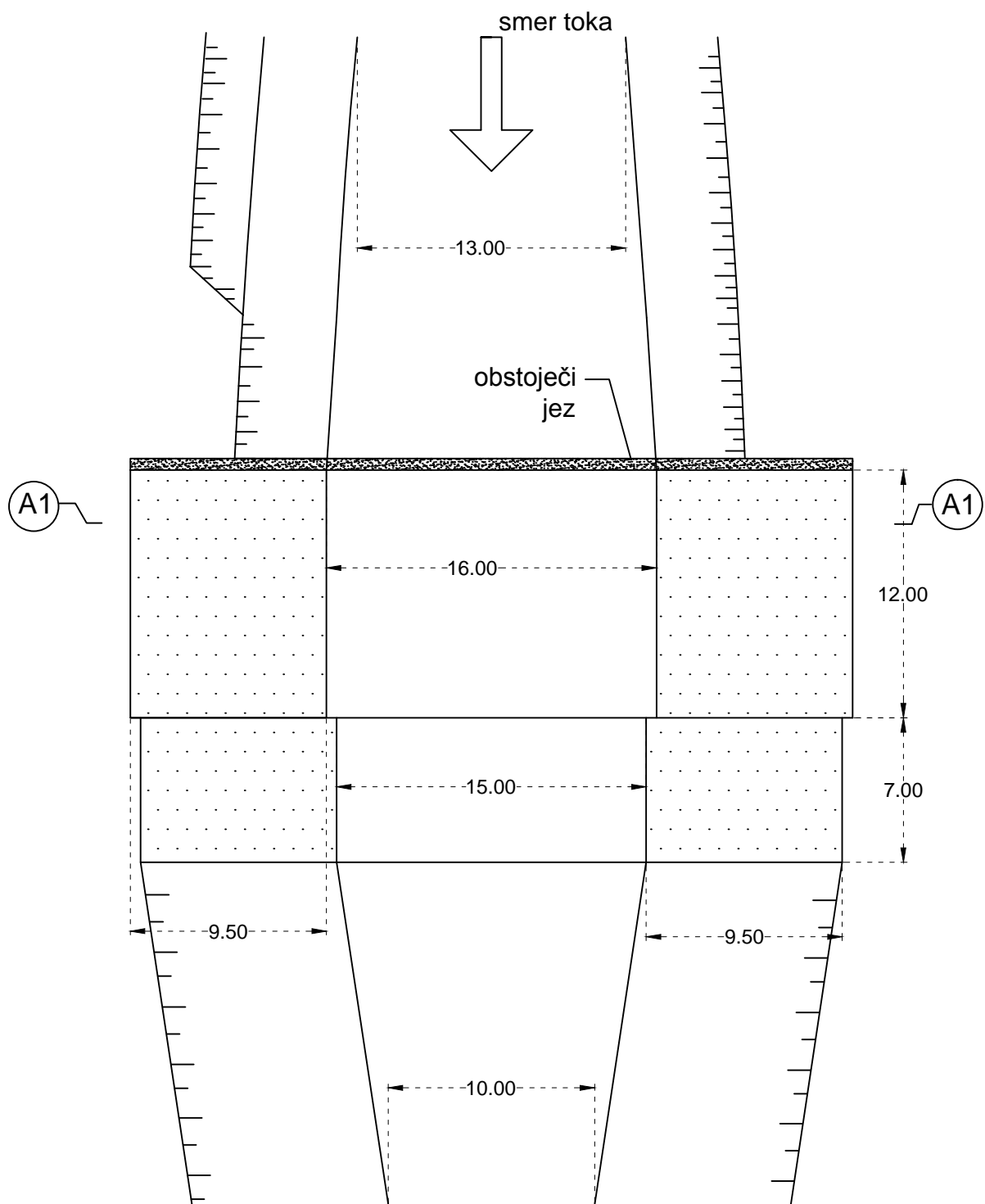
Priloga 04: Praga - prečna prereza: A – A in B – B


Priloga 05: Nova konstrukcija - vzdolžni prerez


Priloga 06: Prerez C – C in ureditev gorvodno

Priloga 07: Prikaz rezultatov iz Hec Ras

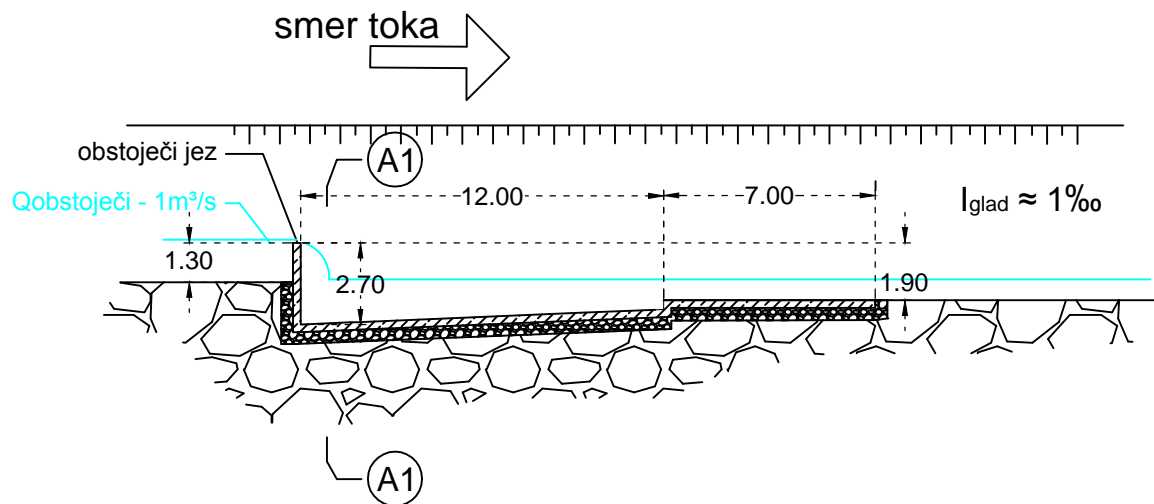
Priloga 08: Talni prag



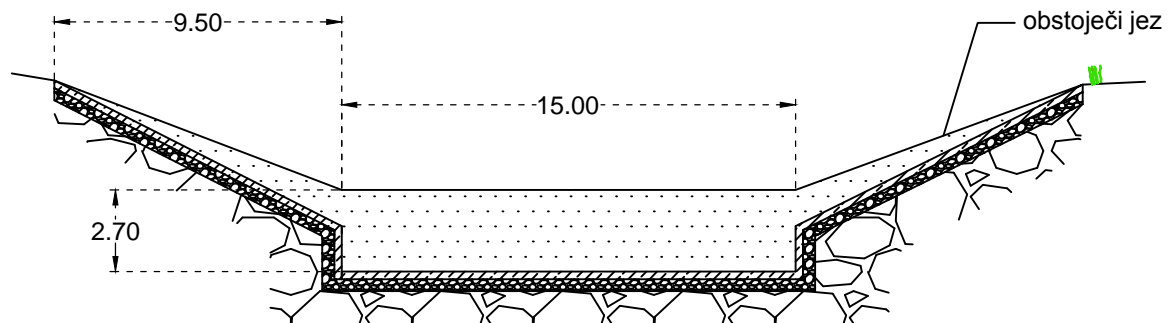
LEGENDA	
preliv	
kamnito betonsko korito	

 UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG		
Predmet :		Diplomska naloga
Izdelal :		Jure Gombač
Projekt :		Sonaravna preureditev jezu na reki Reki
Vsebina :		Obstoječe stanje - situacija
Faza :		Idejna zasnova
Datum :	Merilo :	Številka priloge :
august 2014	1:300	01

Vzdolžni prerez



Prerez A1 - A1



LEGENDA

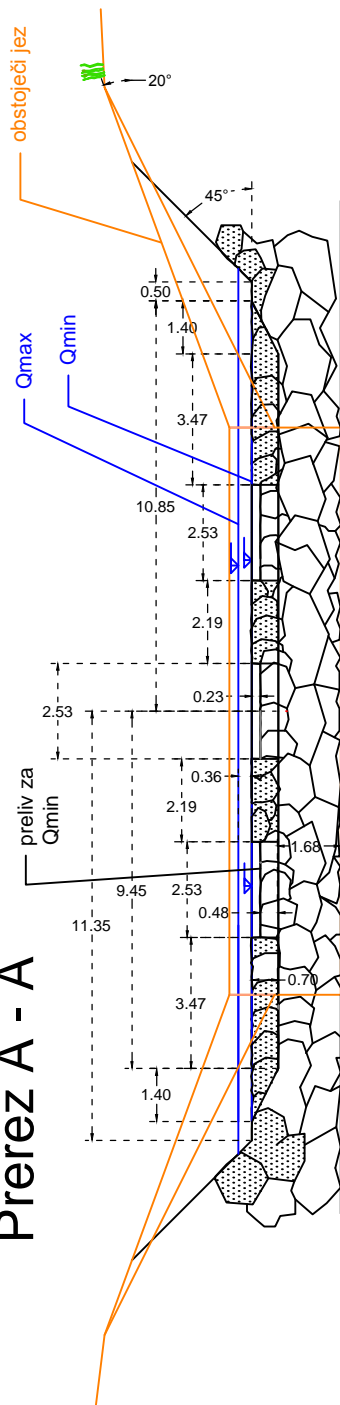
beton	
gramozno nasutje	
preliv	
dno	



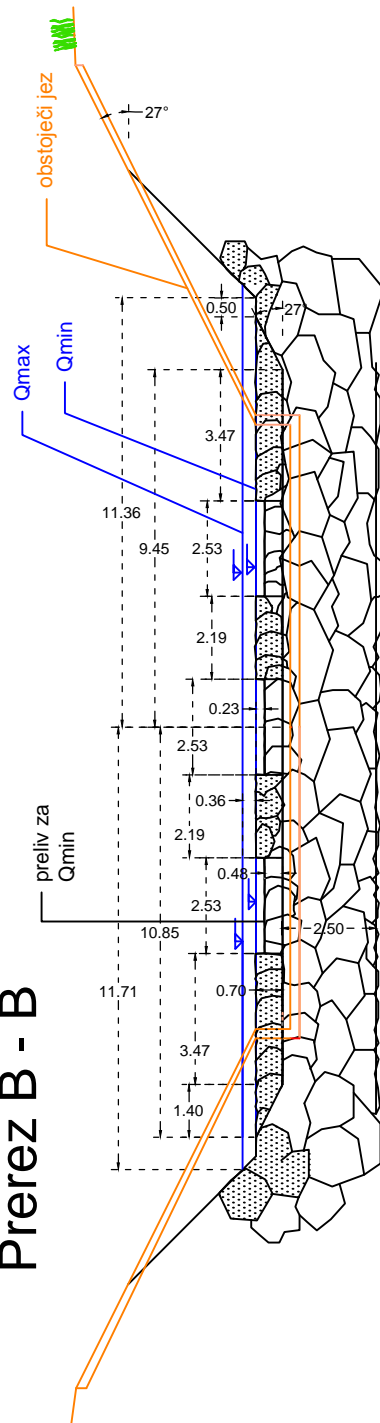
UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG

Predmet :	Diplomska naloga	
Izdelal :	Jure Gombač	
Projekt :	Sonaravna preureditev jezua na reki Reki	
Vsebina :	Obstoječe stanje	
Faza :	Idejna zasnova	
Datum :	Merilo :	Številka priloge :
august 2014	1:250	02

Prerez A - A



Prerez B - B



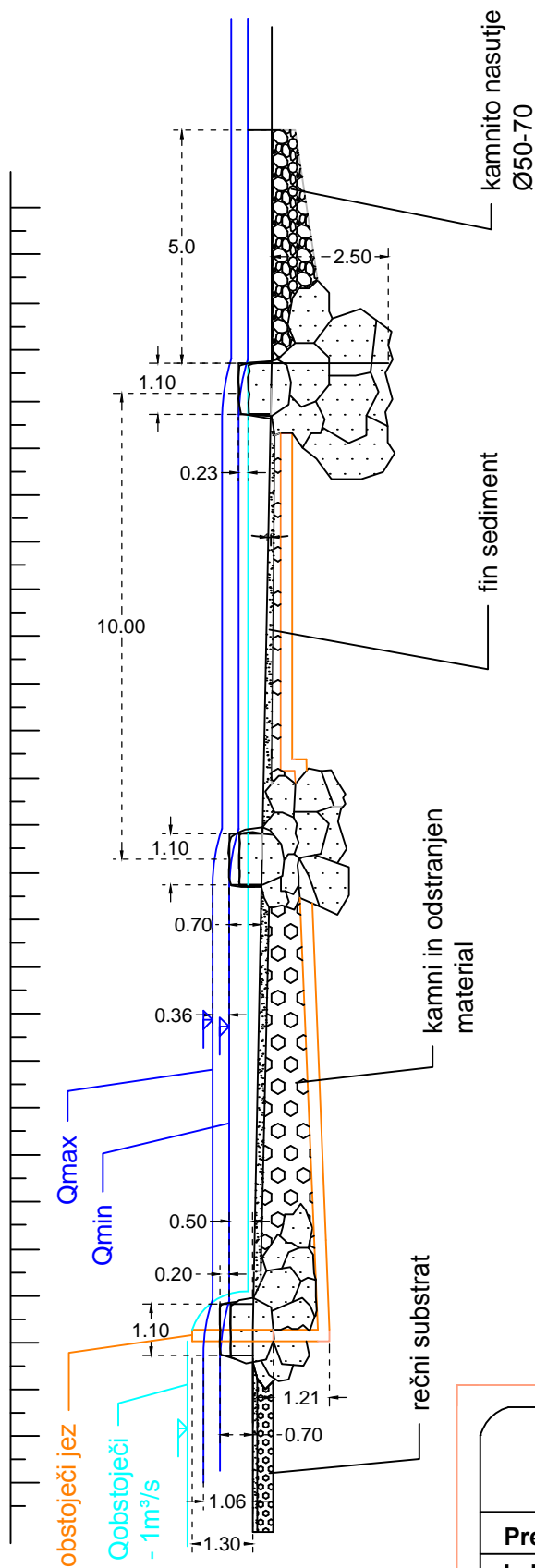
LEGENDA

obstoječ objekt	
vidne skale	
nivo vode	



UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG

Predmet :	Diplomska naloga	
Izdelal :	Jure Gombač	
Projekt :	Sonaravna preureditev jezu na reki Reki	
Vsebina :	Praga - prečna prereza: A - A in B - B	
Faza :	Idejna zasnova	
Datum :	Merilo :	Številka priloge :
august 2014	1:200	04



LEGENDA

nov vodostaj	—
obstoječ objekt	—
skale v prerezu	
kamnito nastuje	
obstoječ vodostaj	—
kamni in odstranjen material	
rečni substrat	
fin sediment	



UNIVERZA V LJUBLJANI - FG

Predmet : Diplomatska naloga

Izdelal : Jure Gombač

Projekt : Sonaravna preureditev jezua na reki Reki

Vsebina : Nova konstrukcija - vzdolžni prerez

Faza : Idejna zasnova

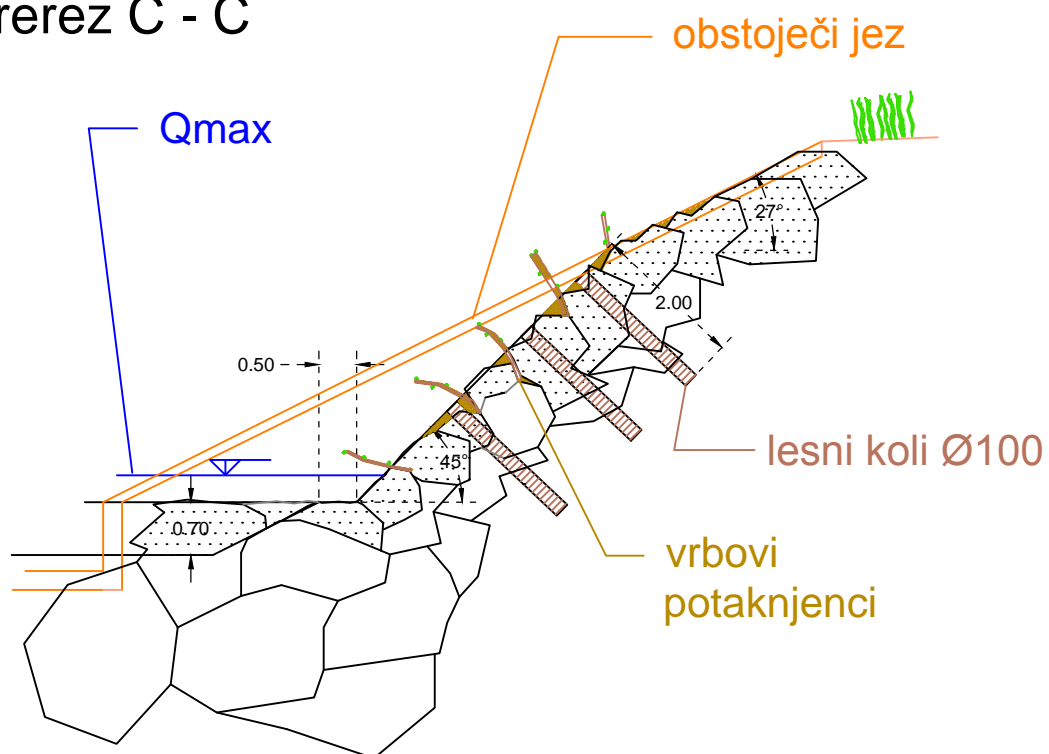
Datum :
august 2014

Merilo :
1:150

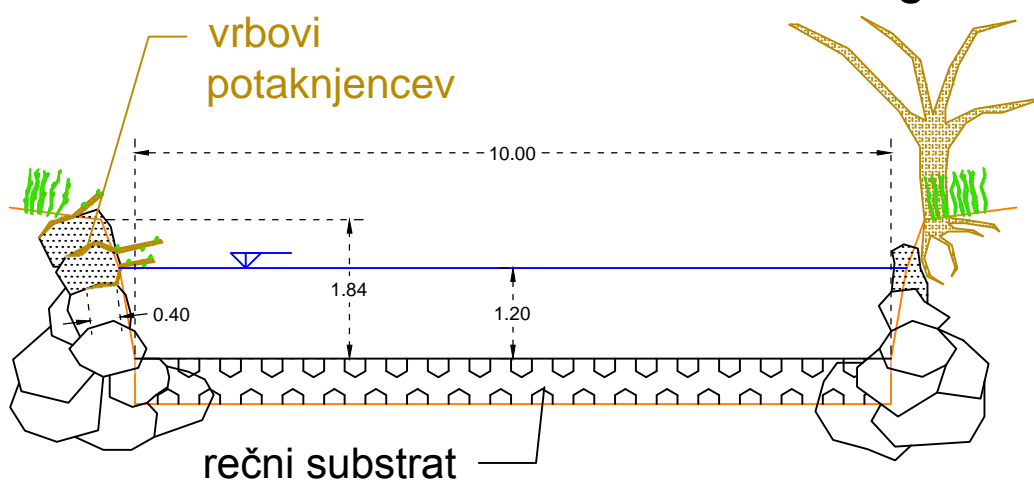
Številka priloge :

05

Prerez C - C



Ureditev gorvodno



LEGENDA

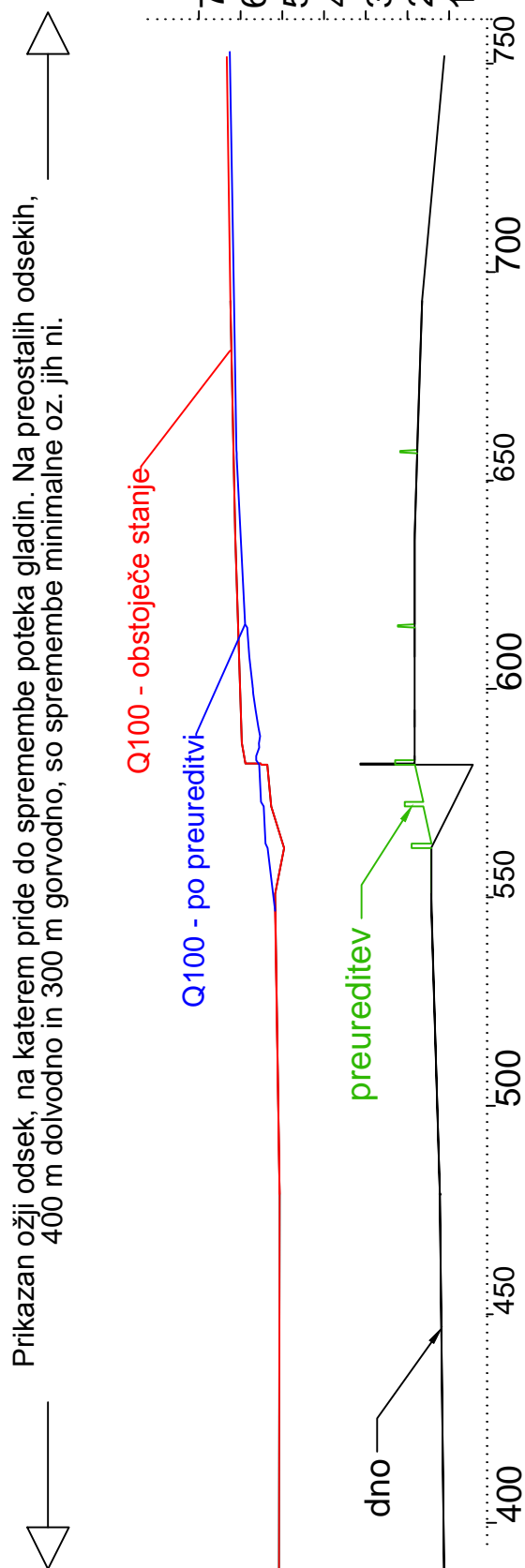
višina gladine	—
obstoječ objekt	—
vidne skale	
leseni koli	
vrbovi potaknjenci	
rečni substrat	



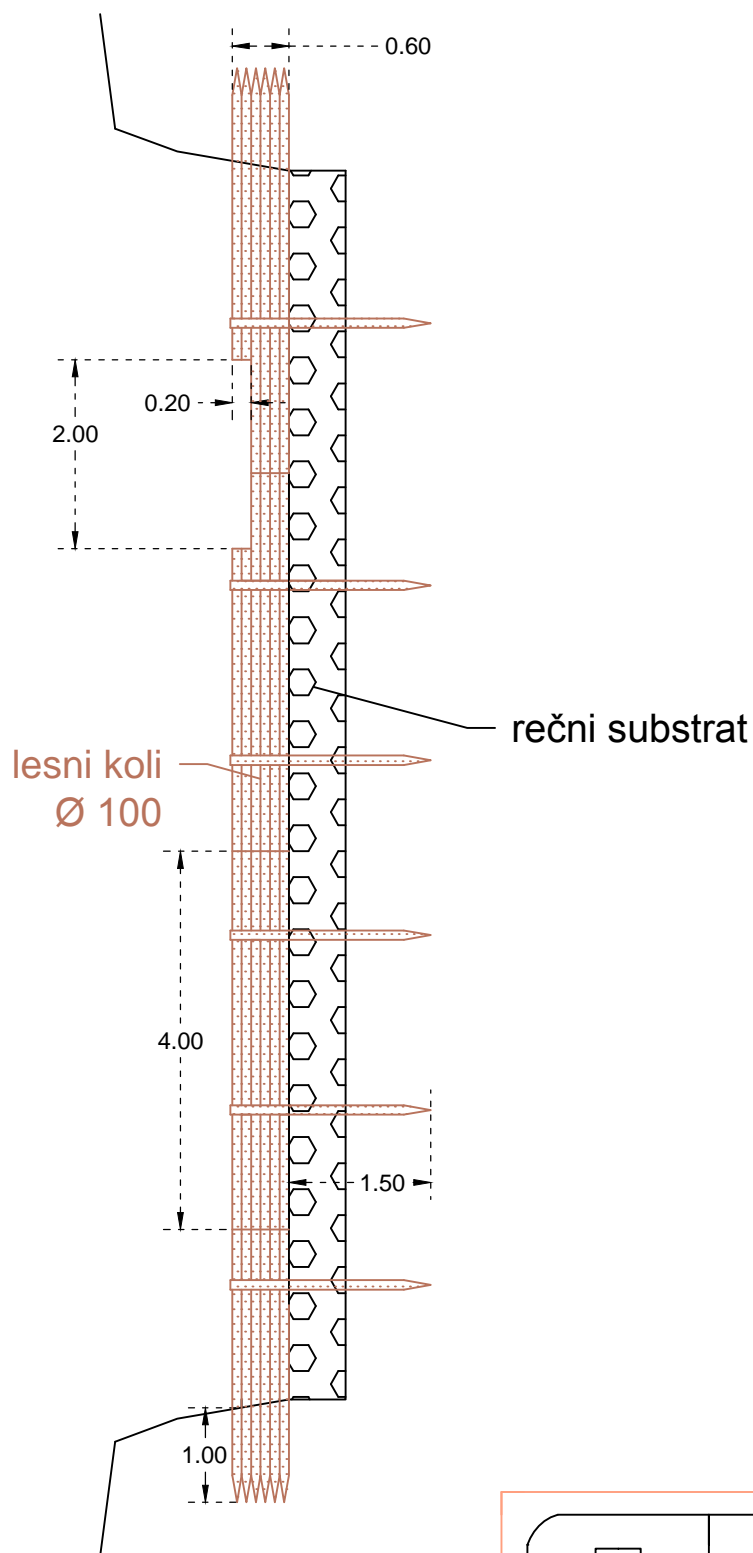
UNIVERZA V LJUBLJANI - FG

Predmet :	Diplomska naloga
Izdelal :	Jure Gombač
Projekt :	Sonaravna preureditev jezua na reki Reki
Vsebina :	Prerez C - C in ureditev gorvodno
Faza :	Idejna zasnova

Datum :	Merilo :	Številka priloge :
august 2014	1:100	06



	UNIVERZA V LJUBLJANI - FG	
Predmet :	Diplomska naloga	
Izdelal :	Jure Gombač	
Projekt :	Sonaravna preureditev jezu na reki Reki	
Vsebina :	Prikaz rezultatov iz Hec Ras	
Faza :	Idejna zasnova	
Datum :	august 2014	Številka priloge : 07



LEGENDA	
leseni koli	
rečni substrat	

			UNIVERZA V LJUBLJANI - FGG		
Predmet :			Diplomska naloga		
Izdelal :			Jure Gombač		
Projekt :			Sonaravna preureditev jezu na reki Reki		
Vsebina :			Talni prag		
Faza :			Idejna zasnova		
Datum :		Merilo :		Številka priloge :	
august 2014		1:80		08	